



TITLE:

平成27年9月関東・東北豪雨による 災害の総合研究

AUTHOR(S):

田中, 茂信

CITATION:

田中, 茂信. 平成27年9月関東・東北豪雨による災害の総合研究. 自然災害科学総合シンポジウム講演論文集 2016, 53: 24-72

ISSUE DATE:

2016-09-22

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/234147>

RIGHT:

平成27年9月関東・東北豪雨による災害の総合研究

研究代表者
京都大学防災研究所
田中 茂信

本研究「平成27年9月関東・東北豪雨による災害の総合研究」は、研究代表者・研究分担者25名、および連携研究者5名の計31名で組織し、記録的豪雨によって鬼怒川流域にもたらされた洪水流出とそれによって沿川で発生した洪水氾濫災害について現象面と行政組織の防災体制や個人の避難行動の関係に焦点を当て、大都市圏で発生する洪水氾濫災害時の防災対策について、今後のあるべき姿を提案する。

調査は「①降雨実態の解明と気象情報発信のあり方(気象グループ)、②越流・破堤・浸水域の地形・地質特性と堤防の安定性(地質・地盤グループ)、③鬼怒川流域の水理水文状況(水文グループ)、④河道内状況と洪水流況(河川グループ)、⑤破堤氾濫による浸水・一般被害の調査(氾濫グループ)、⑥氾濫による農業被害の調査(農業被害グループ)、⑦防災・避難情報の伝達に関する調査(防災・避難情報グループ)」の7つの課題を設定、全国の気象学、水文学、地形・地質学、地盤工学、河川工学、農学、災害情報・防災社会学など多様な分野の研究者を集めて学際的に実施し、総合的な観点で分析する。

さらに、実際の現象と発表・報道されたことを時系列的に組み合わせ一連の現象をわかりやすく整理した資料を作成し、成果の普及・還元を努める。

研究組織

(研究代表者)

氏名	所属・職名	(専門分野)	役割分担
田中茂信	京都大学・防災研究所・教授	水文学・水災害リスクマネジメント	総括、極値解析

(研究分担者・及び連携研究者)

氏名	所属・職名	(専門分野)	役割分担
研究分担者			
加藤隆之	気象庁気象研究所・室長	(メソ気象学)	大雨の発生要因の解明
三隅良平	防災科学技術研究所・総括主任研究員	(雲物理学)	レーダ解析
岩崎俊樹	東北大学大学院理学研究科・教授	(気象学・大気科学)	現象解析・予測可能性・地域への情報提供
田中規太	埼玉大学・大学院理工学研究科・教授	(河川工学)	堤防の安定性
村上 哲	茨城大学・工学部・准教授	(地盤工学)	浸水域の地盤沈下の関係
佐藤 浩	日本大学・文理学部・准教授	(地形学)	氾濫原堆積物の調査
長田昌彦	埼玉大学・大学院理工学研究科・准教授	(応用地質学)	地下地質の影響評価
竹村貴人	日本大学・文理学部・准教授	(応用地質学)	流路地質の影響評価
清水隆文	宇都宮大学・大学院理工学研究科・准教授	(地盤工学)	土石流の調査
清水義彦	群馬大学・大学院理工学府・教授	(河川工学)	砂州、河床低下、樹林化と洪水流況の関係
池田裕一	宇都宮大学・大学院理工学研究科・教授	(河川工学)	河道内構造物と洪水流況の関係
戸田祐嗣	名古屋大学・大学院理工学研究科・教授	(河川工学)	河道横断面および利根川合流部の影響
川池健司	京都大学・防災研究所・准教授	(都市水害・防災水工学)	家屋被害の調査と検証計算
小林健一郎	神戸大学都市安全研究センター・准教授	(河川工学)	氾濫波の再現計算
佐山敬洋	京都大学・防災研究所・准教授	(水文学・洪水災害)	浸水痕の調査・氾濫量の推定
山本晴彦	山口大学・農学部・教授	(気象防災学)	農業被害の実態解明
高山 成	大阪工業大学・工学部・准教授	(農業環境学)	リモートセンシングによる農業被害の解析
皆川裕樹	農業・食品産業技術総合研究機構・農村工学研究所・水利工学研究領域・研究員	(農業水利工学)	低平農地の冠水被害評価
梅本通孝	筑波大学・システム情報系・准教授	(都市・地域リスク管理)	行政の災害対応
牛山泰行	静岡大学防災総合センター・教授	(災害情報学)	人的被害の発生状況
田中 淳	東京大学大学院情報学環・総合防災情報研究センター・教授	(災害情報学)	情報伝達
田口 仁	防災科学技術研究所 社会防災システム研究領域・主任研究員	(災害情報・空間情報科学)	災害時の情報処理
宮川祥子	慶応義塾大学・看護医療学部・准教授	(健康情報学・災害情報学)	情報支援・情報システム
角 哲也	京都大学防災研究所・教授	(ダム工学)	ダム操作の影響
本間基寛	日本気象協会、事業本部、専任主任技師	(災害情報学)	降雨情報・災害情報
連携研究者			
新野 宏	東京大学大気海洋研究所・教授	(気象学・大気科学)	大雨発生環境場の解析
小司慎教	気象庁気象研究所・室長	(GPS/GNSS気象学)	GNSS等を用いた水蒸気解析
坪木和久	名古屋大学地球水循環研究センター・教授	(気象学)	大雨のシミュレーション
田代 喬	名古屋大学防災連携研究センター・准教授	(河川工学)	河床地形・河床材料の変化、支川合流の影響
山元孝広	産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門・総括研究主幹	(火山地質学)	鬼怒川上流地質に関する調査と情報提供

1. 豪雨の概要と気象庁の対応

栃木北部で最大600mm以上/48h ➡ 鬼怒川の堤防が決壊

気象庁は特別警報を初め、気象・土砂・河川情報を適切に発信

期間中に3150個の積乱雲群が発生し、その63%は山地で出現

2. 豪雨の発生要因

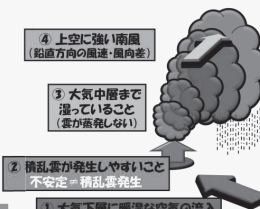
・南東海上から暖湿な空気が継続的に流入

・上空に強い南風、上空が湿潤

巨大な

➡ 複数の線状降水帯が発生 ➡ 帯状の降水域

地形は降水を強化するが、線状降水帯発生には寄与せず



3. 豪雨の24時間降水量予測結果と予測可能性

メソモデル: 8日21時初期値(39h前)から300~500mmを予想

初期値によって予測場所・雨量にバラつきあり

全球モデル: 7日9時初期値(3日前)から100mm以上を予想

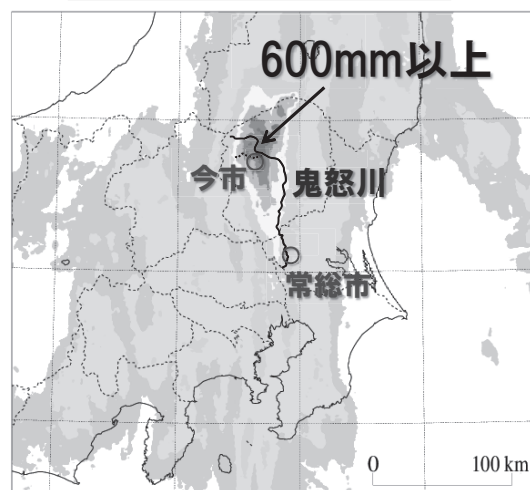
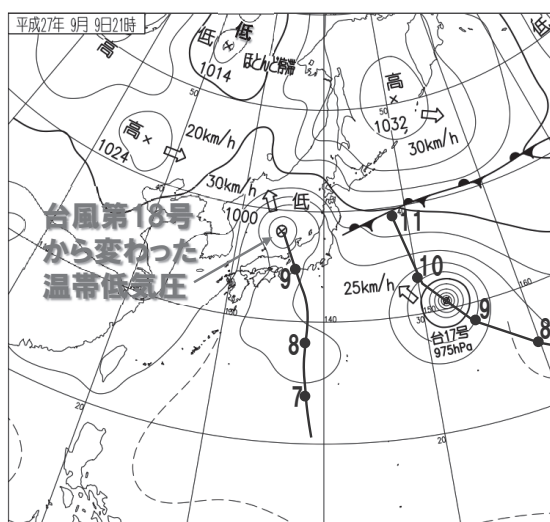
量的予測はできないが、線状降水帯の発生の可能性を示唆

関東での豪雨

48時間積算降水量(解析雨量)

速報地上天気図: 9月9日21時

9月8日21時~10日21時



50 100 200 300 400 500 600 (mm/2day)

鬼怒川水系に降水が集中し、上流部では500mm以上、
下流部でも300mm以上の降水量になっている

茨城県常総市の警報等発表状況

指定河川洪水予報(鬼怒川)

23:00

00:15

06:30

13:20

20:40

はん濫
危険情報

はん濫発生情報

はん濫注意情報

はん濫警戒情報

04:15

土砂災害警戒情報

8日13:29

注意報

16:36

警報

07:45

特別警報

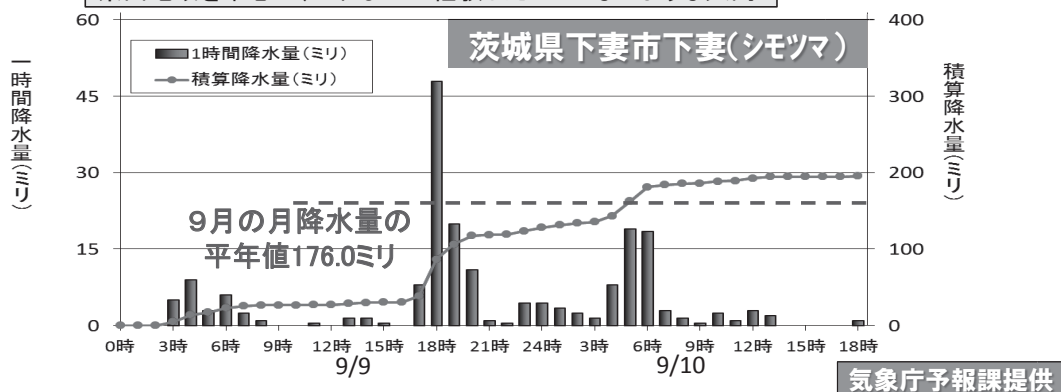
府県気象情報 ② ④ ⑥ ⑦ ① ② ③ ④

台風第18号に関する茨城県気象情報

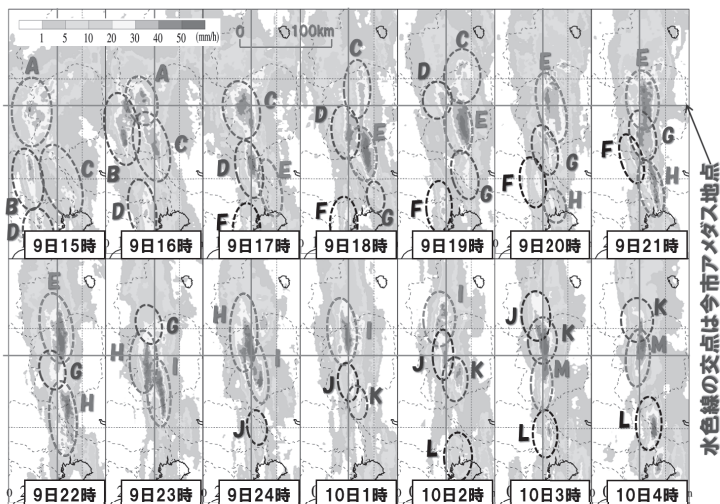
大雨と雷及び突風に関する

茨城県気象情報

県西地域を中心に、これまでに経験したことのないような大雨

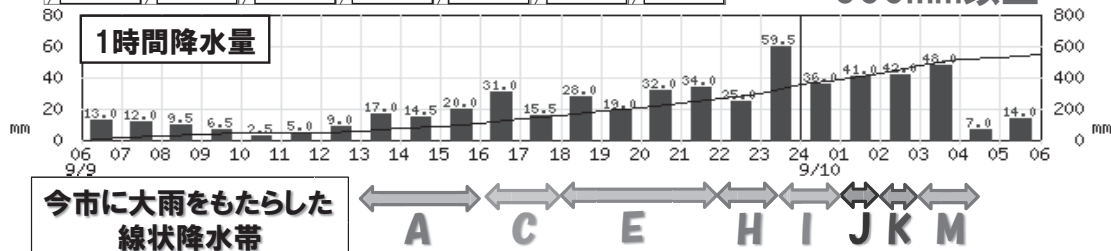


今市に大雨をもたらした複数の線状降水帯

関東南部の
異なる地点で発生

8つの線状降水帯が
通過することで、
今市アメダス地点で
は12時間以上強雨
が持続

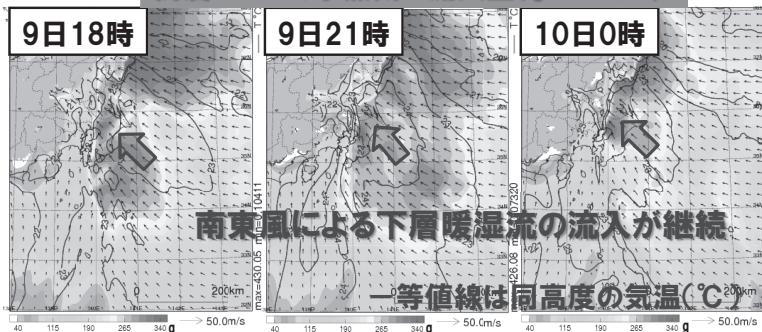
24時間降水量が
500mm以上



大気下層と上空の大気状態

気象庁メソ解析から作成

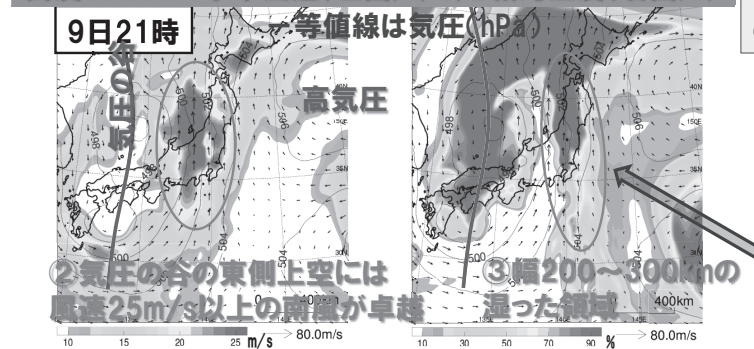
高度500mの水蒸気の流入量($\text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}$)



下層暖湿流は関東地方に、かなり幅を持って面的に流入

関東南部の異なる地点で線状降水帯を発生させた

高度5800mの水平風速(左図, m/s)と相対湿度(右図, %)



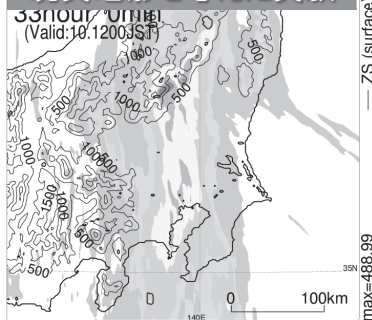
①南東風による下層暖湿流の流入+②+③

関東地方で、線状降水帯が発生しやすい条件を満たす

気圧の谷の東側の強風域に対応して存在していた上昇気流場

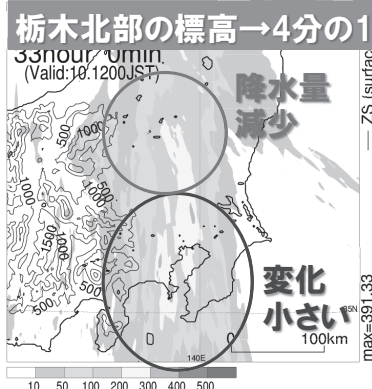
地形・日本列島の影響(数値シミュレーション)

現実地形を与えた実験



地形は局所的な降水を強化

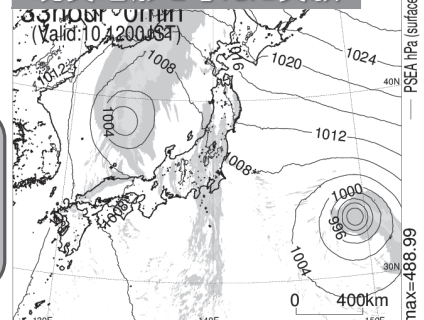
- ・栃木北部の降水量がかなり減少
- ・関東南部の降水の変化は小さい



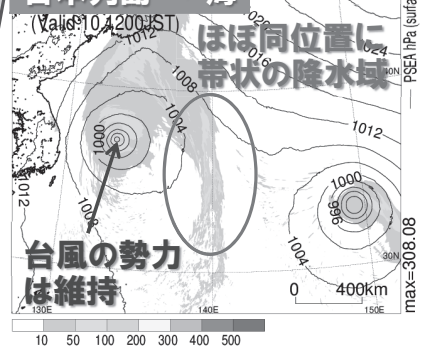
豪雨をもたらした“带状の降水域”をほぼ同じ位置に再現

“带状の降水域”の形成・維持は大規模な大気場が決定
地形の影響は小さい

現実地形を与えた実験

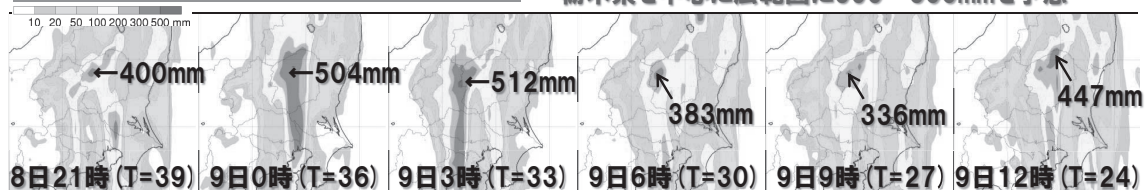


日本列島 → 海

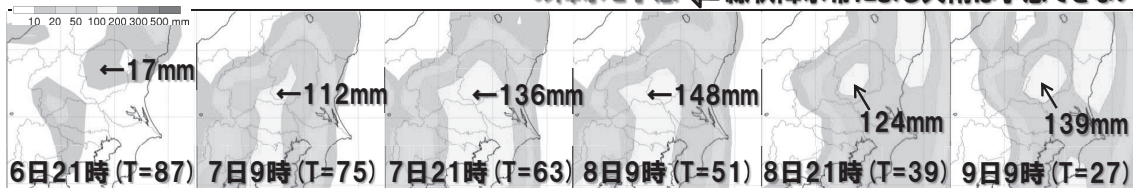


24時間積算降水量予測と線状降水帯発生条件

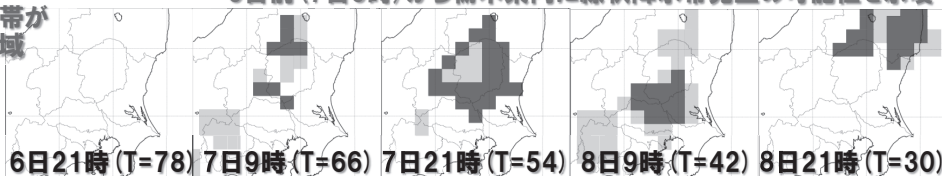
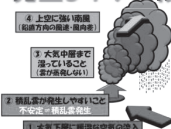
気象庁メソモデル(9日12時~10日12時)

9日12時以前の初期値でも、ばらつきがあるものの、
栃木県を中心に広範囲に300~500mmを予想

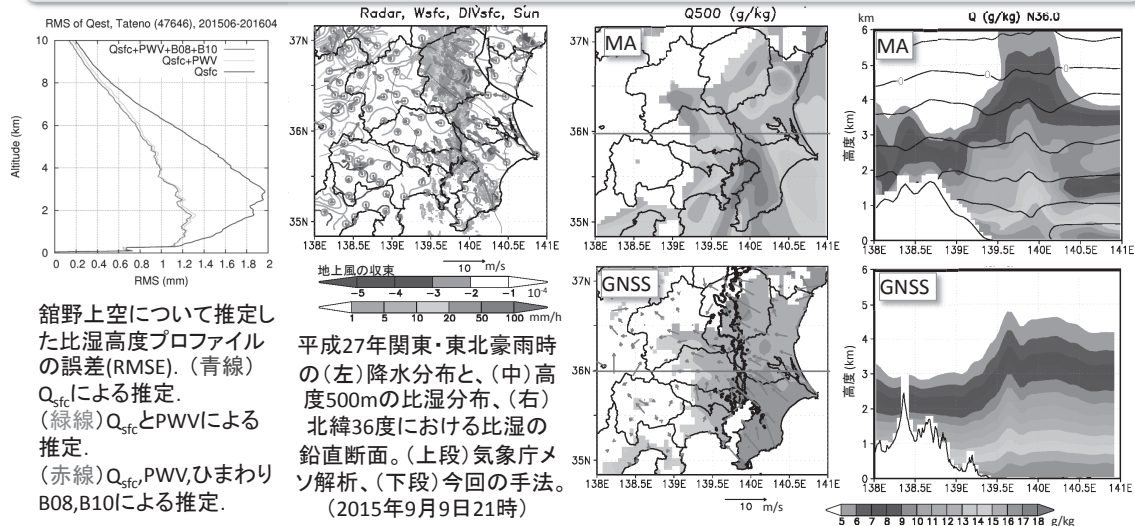
気象庁全球モデル(9日12時~10日12時)

7日9時(3日前)の初期値から、栃木県内に100mm以上の
降水を予想 ← 線状降水帯による大雨は予想できない

気象庁全球モデル(10日0時)

降水の量的予測はできないものの、
3日前(7日9時)から栃木県内に線状降水帯発生の可能性を示唆紫色:線状降水帯が
発生しやすい領域ひまわり8号水蒸気バンド、可降水量と地上比湿を用いた
水蒸気3次元分布の推定

- ▶ ひまわり8号に搭載された3つの水蒸気バンドは対流圏中・上層、可降水量は高度3-5km付近、地上比湿は対流圏最下層の比湿と相関が高い特徴を利用し、2015年6月~2016年5月の高層観測データとひまわり8号水蒸気バンドの輝度温度を用い、50m間隔各層の比湿を推定する重回帰式を作成した。
- ▶ 従属データの検証の結果、高度10kmまで、RMSで1.2g/kg未満の一致度を示すことがわかった。
- ▶ 回帰式を国土地理院のGNSS観測網に適用し、関東・東北豪雨の水蒸気解析を行ったところ、南北に連なった降水域の東側で水蒸気が厚く、西側で薄いなど、気象庁メソ解析と共通する特徴が見られた。

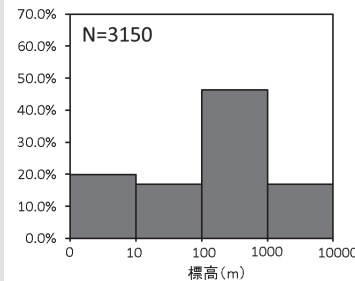
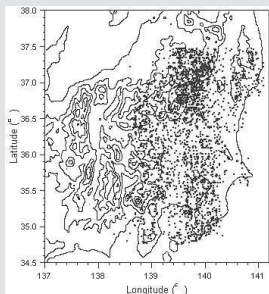


館野上空について推定した比湿高度プロファイルの誤差(RMSE)。(青線) Q_{sfc} による推定。(緑線) Q_{sfc} とPWVによる推定。(赤線) Q_{sfc} 、PWV、ひまわりB08、B10による推定。

メソ対流系の統計的な特徴

目的: 国土交通省XバンドMPLレーダネットワークのデータを活用し、平成27年9月関東・東北豪雨をもたらしたメソ対流系の特徴を記述する。

解析期間: 2015/9/8 21JST~9/10 15JST

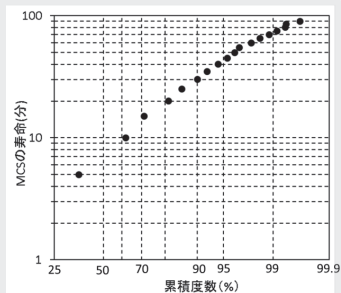
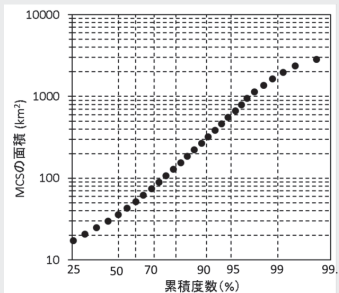


メソ対流系の出現特性

- 期間中に3150個のメソ対流系が発生
- 63%は標高100m以上の山地で出現

面積と寿命の統計

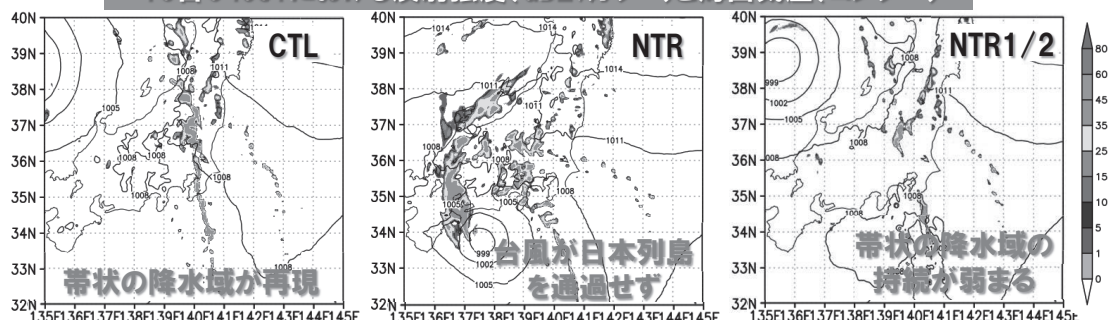
- メソ対流系の面積・寿命とも概ね対数正規分布に従う。
- 50パーセンタイルの面積は約30km²、50パーセンタイルの寿命は約8分である。



平成27年9月関東・東北豪雨における上層トラフの影響

- ✓ 豪雨域の西に存在した上層トラフの豪雨への影響を調べるために、メソ数値モデル(WRF)を用いた数値シミュレーションと感度実験を行った。
- ✓ 標準実験(CTL)は豪雨を生じた線状降水系をある程度現実的に再現した。
- ✓ PV-inversionにより上層トラフを除いた感度実験(NTR)と上層トラフの強度を1/2にした実験(NTR1/2)を行い、標準実験(CTL)の結果と比較した(下図)。
- ✓ NTRでは、台風18号が日本列島を縦断せず、関東での大雨は起こらなかった。
→上層トラフは台風18号の北進に重要な役割を演じていた。
- ✓ NTR1/2では、台風18号は日本列島を通過したが、降水量は少なくなった。
→台風18号が弱まり、下層水蒸気の流入も弱まることが原因と思われる。

10日04JSTにおける反射強度(dBZ:カラー)と海面気圧(コンター)

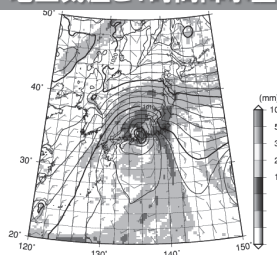


平成27年9月関東・東北豪雨の総観場の特徴

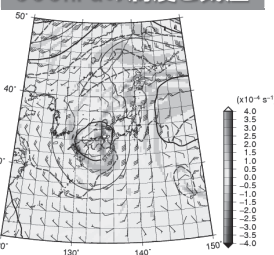
9日12時

- 西から移動してきた総観規模のトラフの南縁を回り込む南～南西風(右上図)
- 水蒸気帯の東側、台風17号との間に形成されリッジに伴う南東～南風(右下図)
- 大規模な南北にのびる降水帯とそのなかに形成される複数のメソスケールの線状降水帯
- 台風18号の東側から南側に延びる帯状の水蒸気帯

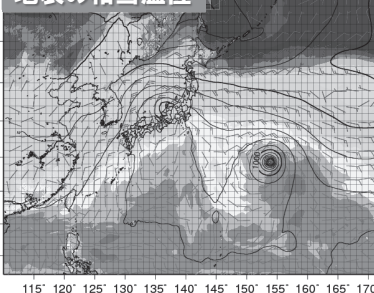
地上気圧と1時間降水量



500hPaの渦度と気温



地表の相当温位

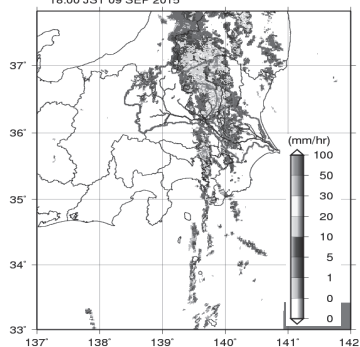


CReSS

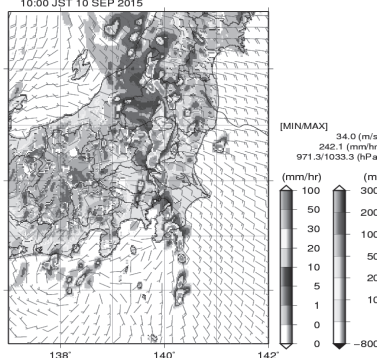
雲解像モデルCReSSを用いた再現実験

CReSS

JMA RADAR
18:00 JST 09 SEP 2015

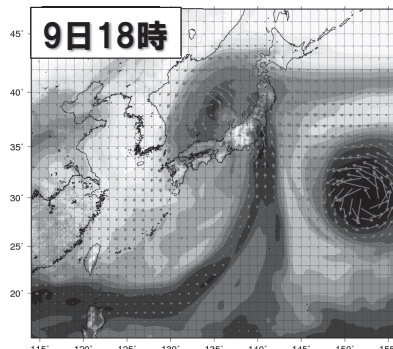


SEA LEVEL PRESSURE, SURFACE WIND, AND RAINFALL(R+G+S)
10:00 JST 10 SEP 2015

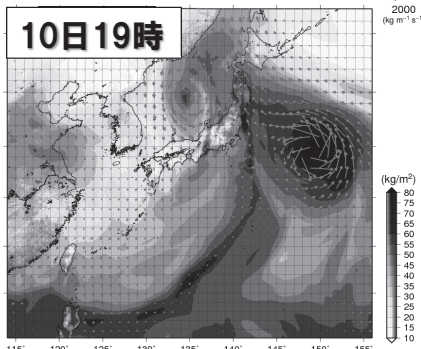


線状降水システムはよく再現され、その降水強度は観測されたものに対応。一方で鬼怒川流域に停滞する時間が観測に比べて短い。

9日18時



10日19時



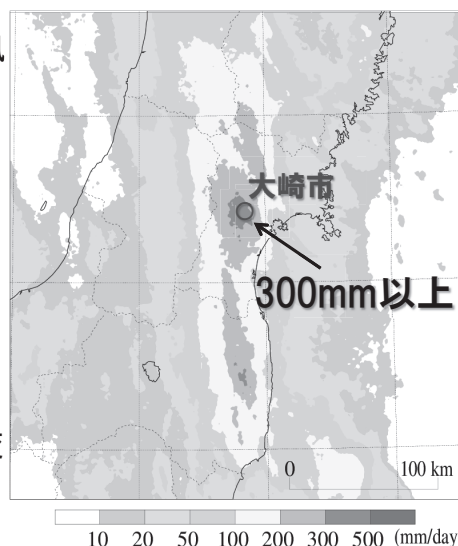
台風18号の東側から南側に延びる帯状の水蒸気帯(鉛直積算水蒸気量)

東北地方での豪雨の発生要因

1. 宮城の中央部に帯状の強い降水、成瀬川支流で堤防が決壊し大きな災害となった。
2. 宮城の場合も線状降水帯発現の要件はおよそ満足していた。
 - ✓ 大気中層には、台風18号に向かう地強い南風が吹いていた。
 - ✓ 台風18号の影響で強い湿潤不安定の状態にあった。
 - ✓ 相対的に下層風が弱く鉛直シア認められた。
3. 次のような特殊な要件が加わっていた。
 - ✓ 非対称な構造を持つ台風17号が効果的に水蒸気を輸送した。
 - ✓ 台風17号は線状降水帯の側面(東側)から水蒸気を供給した。
 - ✓ 台風の北上が降水帯に非定常な効果(時間変動)をもたらした。
 - ✓ 基本場の傾圧性が降水帯に与えた影響も無視できない。

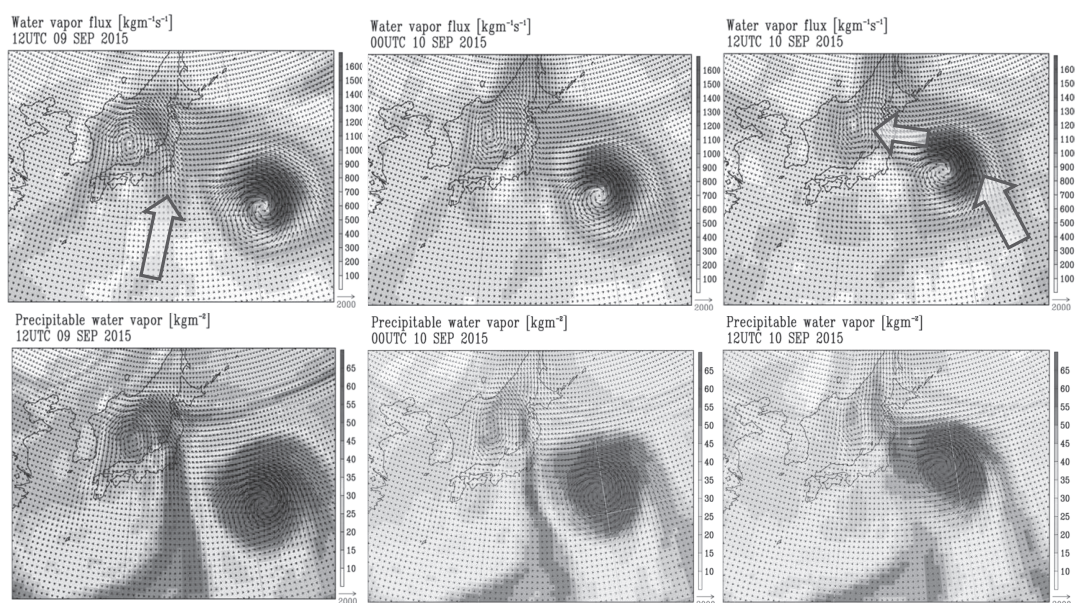
24時間積算降水量(解析雨量)

9月10日9時～11日9時



台風17号、18号の連携によって形成された降水帯

鉛直積算水蒸気輸送量(上)と鉛直積算水蒸気量(下)



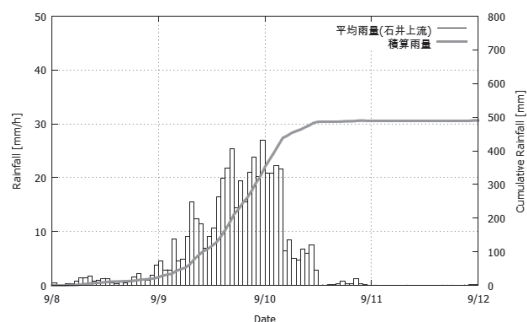
9月9日21JST

9月10日09JST

9月10日21JST

水文グループ

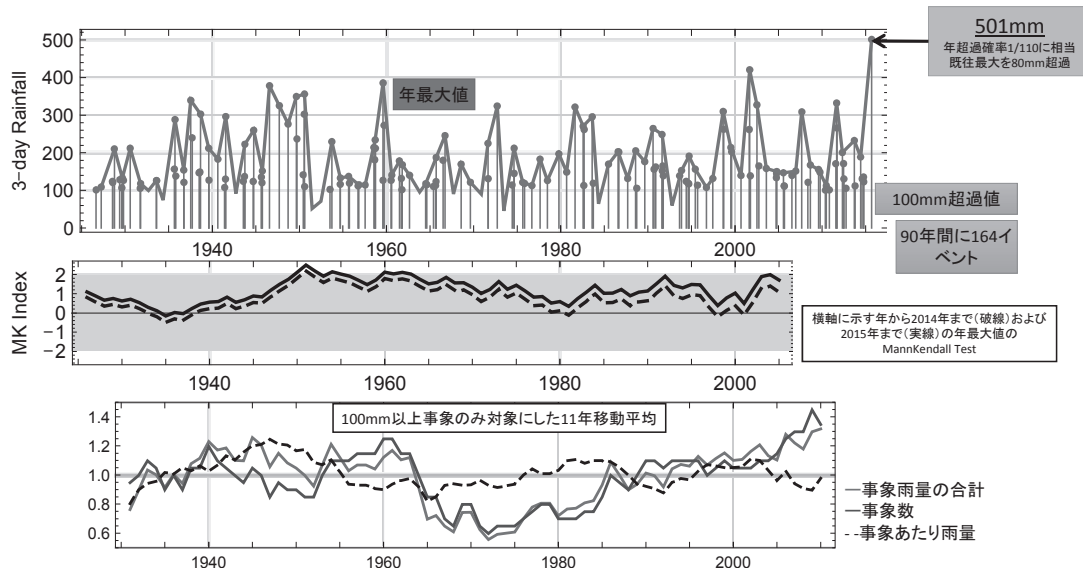
京都大学防災研究所 田中茂信
角 哲也
日本気象協会 佐山敬洋
本間基寛



石井上流域の積算雨量と平均雨量の時系列

- 1) 鬼怒川石井上流流域平均雨量の時系列・極値解析
大雨の頻度，降雨継続時間と確率分布の関係など
- 2) 解析雨量の総雨量分布と国交省・気象庁アメダス資料によるDD解析
総雨量分布とDD解析結果の関係
- 3) 鬼怒川上流域における降雨流出現象の解析
降雨特性と流出特性の関係
- 4) ダムの効果
上流ダムがない場合の下流ダムへの影響は？石井地点の推定ピーク流量はいかほどか？

石井上流流域平均3日降雨量の時系列



年最大値は1930年代後半から1940年代まで比較的大きい時期がある。
1926年から全体を見ると，有意な増加傾向にはない。
100mm超過事象の合計は1970年過ぎから増えているが，これは主に事象数が増えていることによることがわかる。

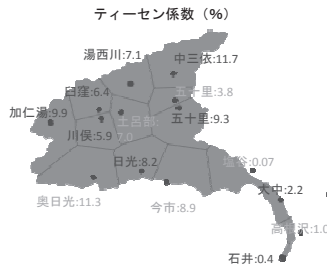
年最大値と閾値超過資料による確率評価の比較(1979-2015)

用いた雨量計

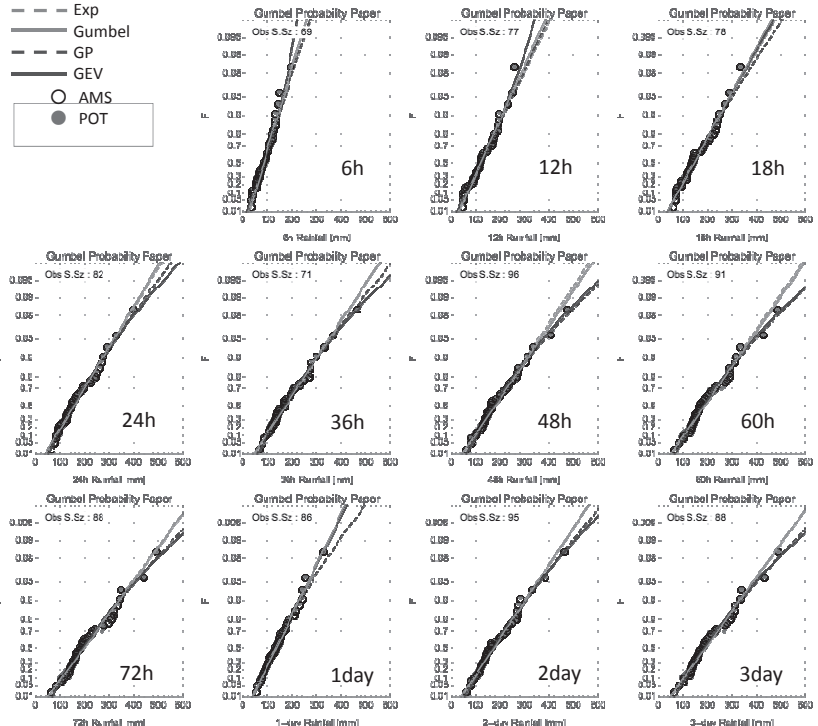
国土交通省 9

気象庁 6

資料収集期間：1979～2015



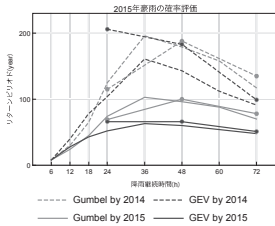
1. 6hと12hのGPは上限がないが、GEVは上限がある。
2. 18hと1dayについてはExp, Gumbel, GEVはほぼ一致、GPは上限のないタイプ。
3. これらより長い継続時間ではGpとGEVは上限のないよりTailの厚い分布になっている



年最大値(1979-2014)と年最大値(1979-2015)の比較

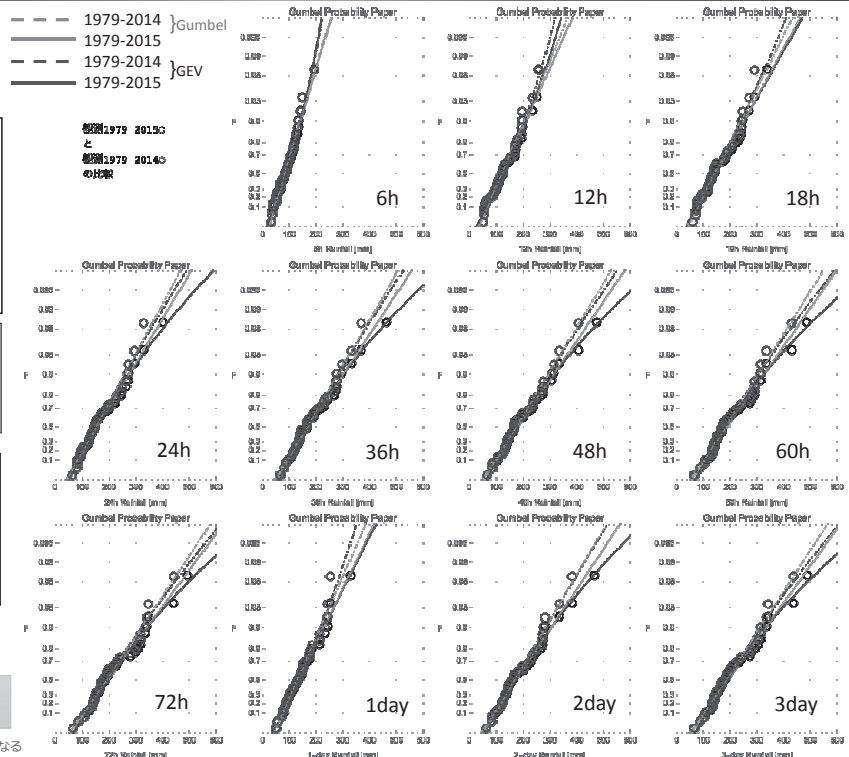
- 1) 6hと12hのGEVは上限がある
- 2) 18hと1dayは2014年までは上限があるタイプだが2015年資料が加わると上限のないタイプに変わる。
- 3) これらより長い継続時間ではGEVの上限はないが、よりTailの厚い分布になっている

長い降雨継続時間で既往最大値を大きく更新したため、長い降雨継続時間の確率分布のTailが厚くなった。

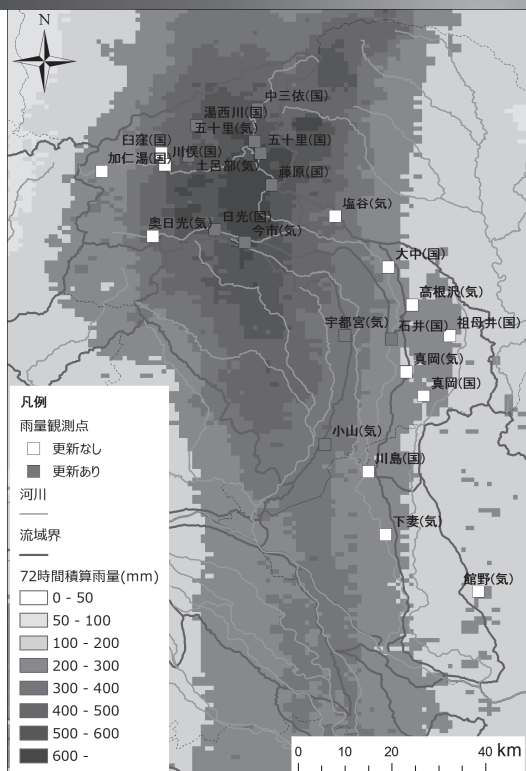


2014年までの資料では36hの記録が顕著に更新されたと言える

注) 国土省の確率評価とは資料や対象期間が異なる



72時間（9/8 0:00～）積算雨量分布図



(解析雨量)

DD解析対象24地点

(国交省13地点)

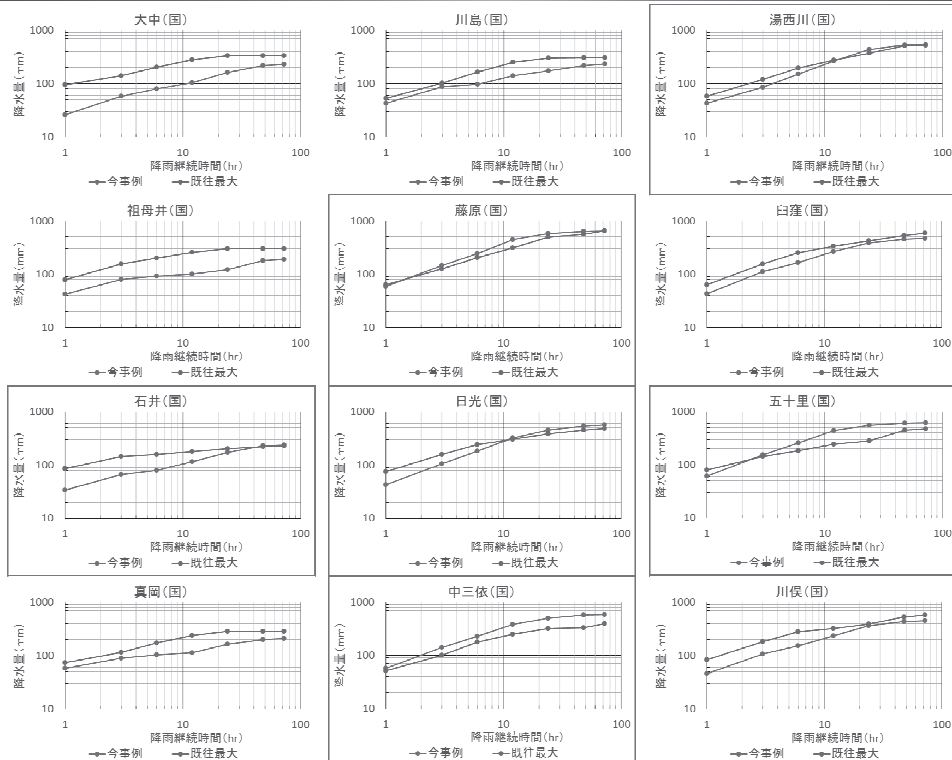
大中, 川島, 湯西川, 祖母井, 藤原, 臼窪, 石井, 日光, 五十里, 真岡, 中三依, 川俣, 加仁湯

(気象庁11地点)

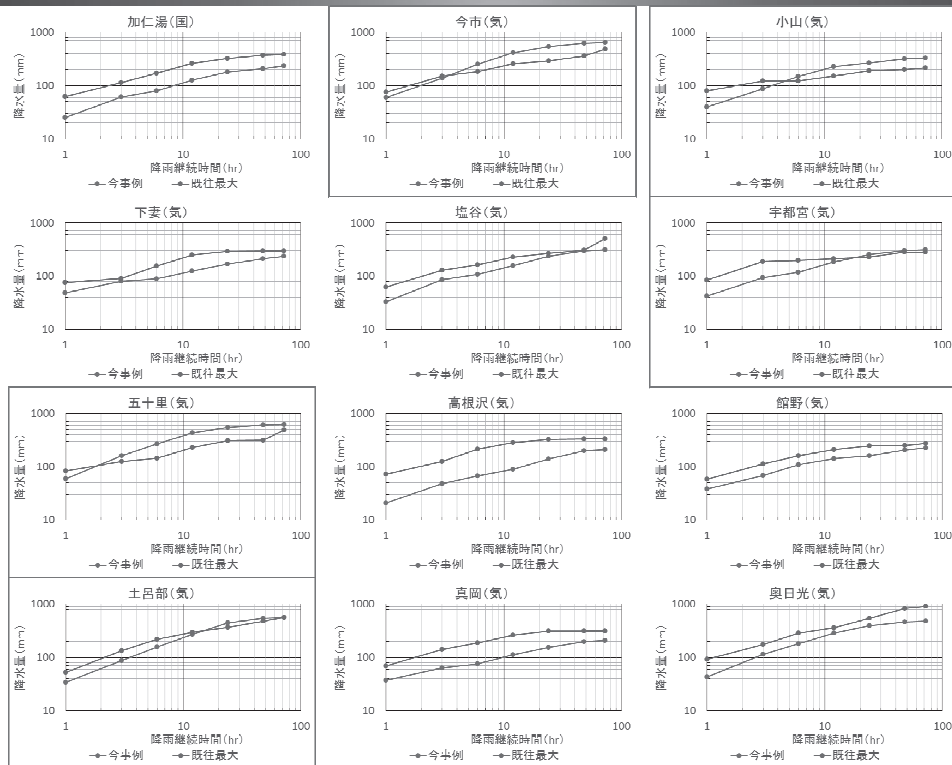
今市, 小山, 下妻, 塩谷, 宇都宮, 五十里, 高根沢, 館野, 土呂部, 真岡, 奥日光

雨量観測点の「■ 更新あり」はDD解析で既往最大雨量を超過した地点を示す

DD解析結果(1)



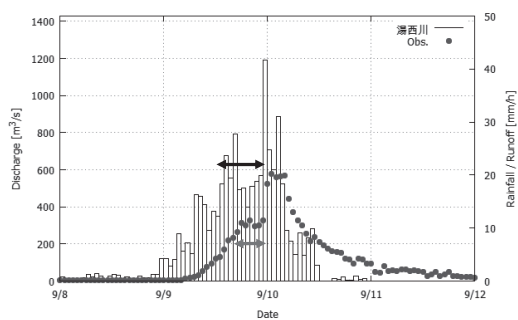
DD解析結果(2)



上流ダム流域における降雨時系列と流出高

流出高 (= 流量 / 流域面積)

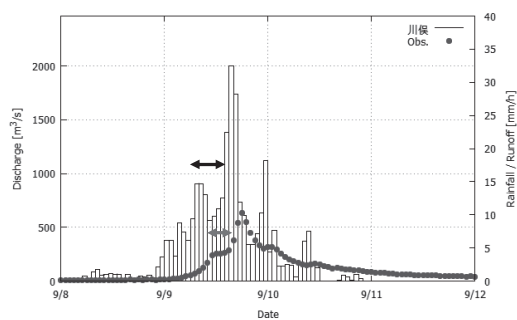
湯西川ダム流入量



降雨: 9/9 13時までに140mmの総雨量, 13時から23時まで約20 mm/hの降雨が10時間継続する

流出(ダム流入): 9/9 18時頃に約300 m³/s (流出高: 10 mm/h)に達し、6時間ほぼ一定

川俣ダム流入量



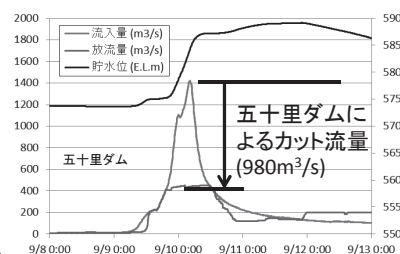
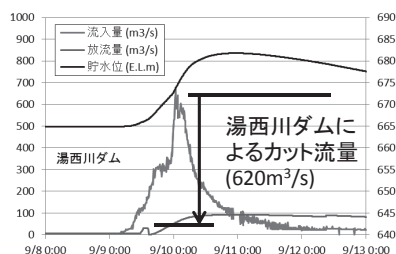
降雨: 9/9 6時から14時まで約10 mm/hの降雨が8時間継続する

流出(ダム流入): 9/9 11時に約250 m³/s (流出高: 5 mm/h)に達し、4時間ほぼ一定

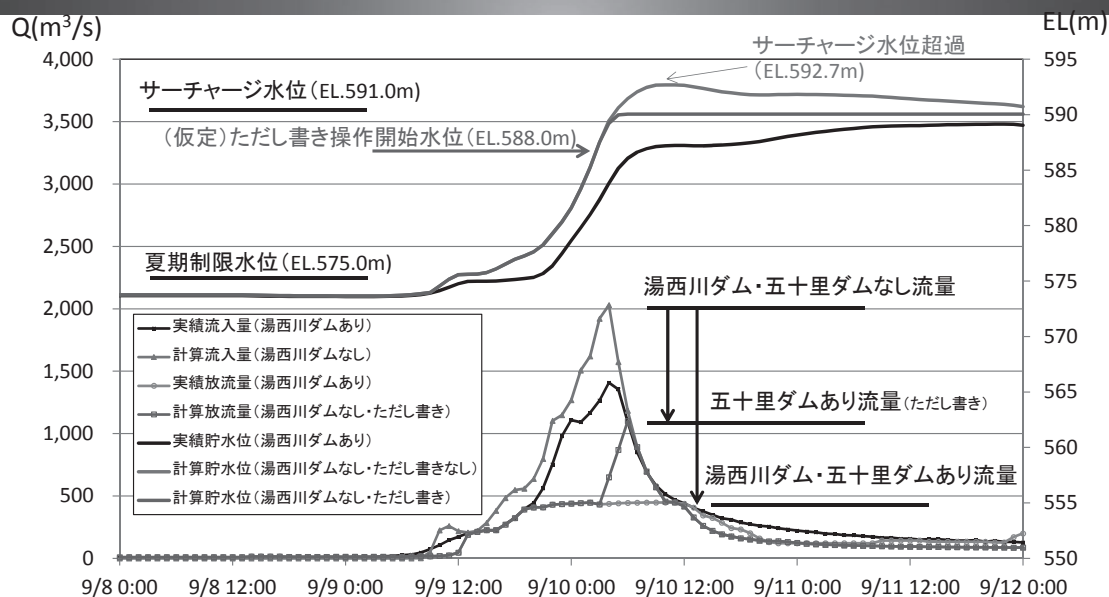
ダムの効果について

4ダム連携の効果と課題(特に、上流ダム(湯西川ダム、川俣ダム)が下流ダム(五十里ダム、川治ダム)へ与えた影響検証)

もし、湯西川ダム(2012年完成)が無かったら、五十里ダムの洪水調節操作はどう影響を受けたか？



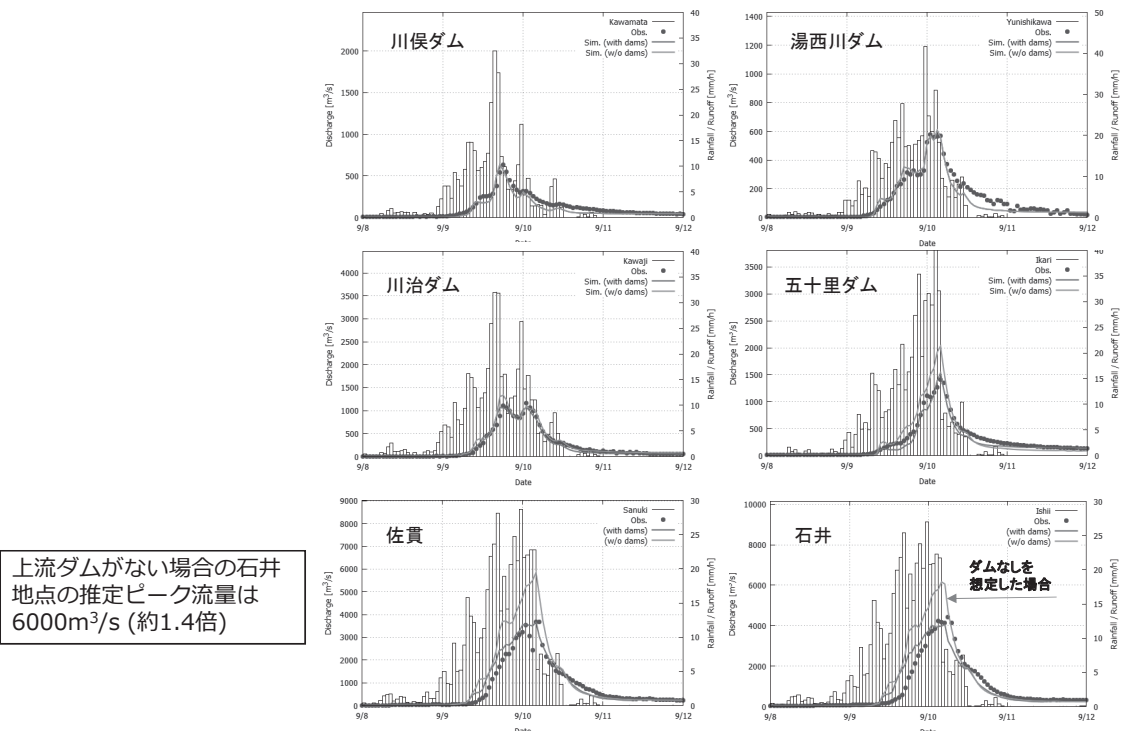
五十里ダムに対する湯西川ダムの効果



湯西川ダムの洪水調節が無ければ

- 五十里ダムへの最大流入量が増大(約1,400m³/s → 約2,000m³/s)
- ただし書き操作(異常洪水時防災操作)に移行することにより、五十里ダムの最大放流量が増大(約450m³/s → 約1,100m³/sに倍増)

2015洪水の再現とダムがなかった場合の計算



まとめ

- 1) 鬼怒川石井上流流域平均雨量の時系列・極値解析
大雨の頻度が1970年台以降増加。長い降雨継続時間で既往最大値を大きく更新したため、長い降雨継続時間の確率分布のTailが厚くなっている。
降雨継続時間36hでの記録更新が顕著である。
- 2) 解析雨量の総雨量分布と国交省・気象庁アメダス資料によるDD解析
24カ所中11カ所で、何らかの降雨継続時間で既往最大雨量を超過した。これらの地点は積算雨量が多い上流域に集中している。
- 3) 鬼怒川上流域における降雨流出現象の解析
鬼怒川上流域（石井地点上流）では、9月9日14時から10日4時にかけて、約20 mm/hの強い雨が14時間にわたって続いた。
長時間一定の降雨に伴い、流出高は降雨強度の約半分という定常の状態に達していた。基岩への浸透を反映し、側方流の透水係数を大きくとることでの状況を再現できた。
- 4) ダムの効果
上流ダムがない場合の石井地点の推定ピーク流量は6000m³/s (ダムがある場合の約1.4倍)と推定された。

地質・地盤グループ

【研究分担者】

田中 規夫 埼玉大学・教授
村上 哲 福岡大学・教授
佐藤 浩 日本大学・准教授
竹村 貴人 日本大学・准教授
清木 隆文 宇都宮大学・准教授
長田 昌彦 埼玉大学・准教授(G取り纏め)

【目的】

- 1) 地形・地質的な観点から、破堤が生じた箇所の特徴を捉え、今後の洪水対策に資するデータを提供すること。
- 2) 地盤沈下の大きさを定量的に評価し、浸水域との関係を検討すること。
- 3) 大規模出水時において、堤防の破堤に至る過程とその機構を把握し、今後の洪水対策に資するデータを提供すること。

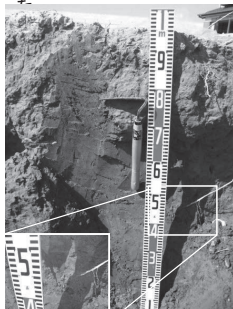
流域の地形調査のまとめ 佐藤浩(日本大学)

破堤した上三坂と越水した若宮戸の地形的特徴

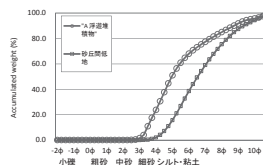
1. 上三坂は、過去の洪水流により運ばれて堆積した自然堤防からなる。
2. 若宮戸は、寄洲から北西の季節風により吹き上げられた砂で形成された河畔砂丘が載る(「治水地形分類図を参照」)。
3. いずれの地区も、自然堤防が河道に沿って分布しているのではなく、河道に直交して扇状に広がる。これは、かなり古い時代から度重なる洪水によって自然堤防や河畔砂丘が破堤して、河道からの氾濫堆積物が河道から直交する向きに扇状に堆積してきたことを示唆する。
4. 今回の調査からは確認できなかったが、後背低地からの一般的な自然堤防の高さよりも、上三坂の自然堤防の高さが比較的高いことから、上三坂でも自然堤防の上に河畔砂丘が載ることが想定される。

今回の洪水の氾濫堆積物の粒度分析

1. 上三坂では、破堤地点から数100m遠ざかると中砂が卓越するが、破堤地点の落堀に近い地点では中砂に細砂が混じり、自然堤防堆積物の洗掘土砂が影響していることが示唆された。
2. 若宮戸では、氾濫水の流入の直撃を受けている地点では浮遊砂堆積物に細砂が混じるが受けていない場所では混じり具合が少ないことが判った。



年代測定した自然堤防の堆積物(上三坂地区)

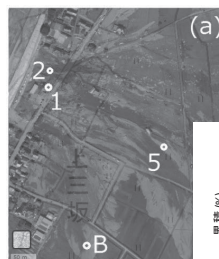


自然堤防堆積物の年代測定の結果

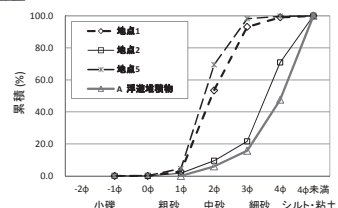
1. 上三坂の自然堤防堆積物中に、420～537ADの年代試料を得た。その上に河畔砂丘が載るのなら、河畔砂丘の形成の資料にもなる。河畔砂丘の形成後に、度重なる洪水で破堤したとすれば、かなり体積が大きいことが想定される。扇状に広がる自然堤防の給砂源も河畔砂丘に求められる可能性がある。



治水地形分類図(国土交通省)左:若宮戸地区、右:上三坂地区
×印が破堤あるいは越流地点。黄色が自然堤防、黄色に茶色の半円が河畔砂丘。自然堤防の東側の薄緑色が後背低地。



今回の洪水の氾濫堆積物の分析結果と、その採取地点

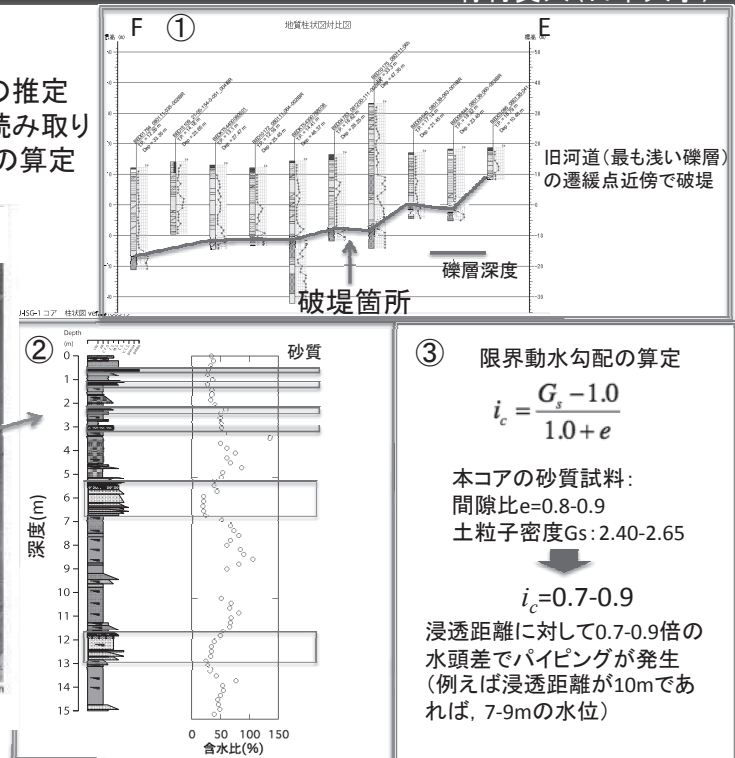
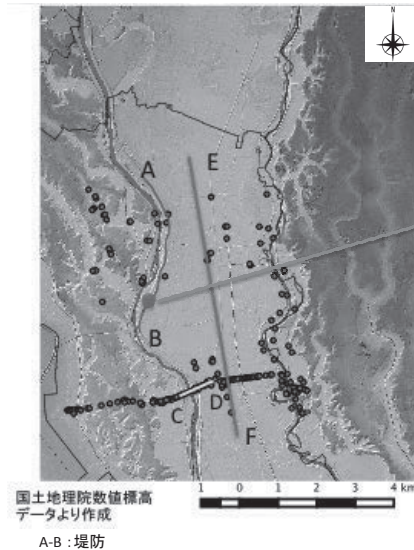


■ 鬼怒川沿岸域の地質および環境変遷

竹村貴人(日本大学)

目的

- ①ボーリングデータからの旧河道の推定
- ②ボーリングコアから洪水履歴の読み取り
- ③物理量からみたパイピング条件の算定

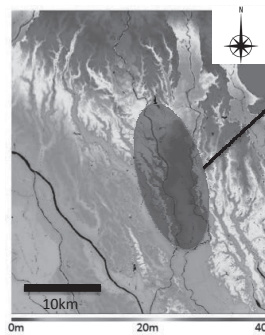
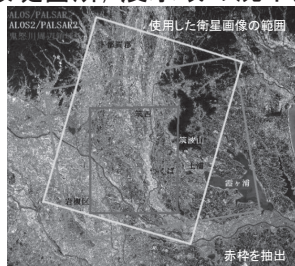


■ 鬼怒川沿岸域の地質および環境変遷

竹村貴人(日本大学)

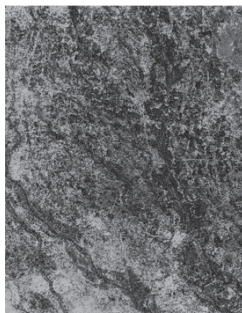
目的

干渉SAR(合成開口レーダー)による
破堤箇所、浸水域の沈下履歴の解明



主な沈下エリア
(4-6cm/年)

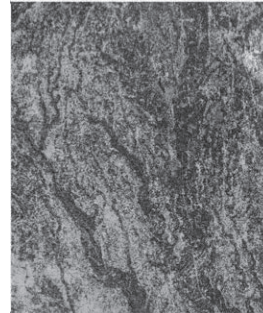
- ・砂層を多く挟んでいるため、圧密は早いと考えられる
- ・沈下は限られた地域(水海道付近から下妻付近)で定常的に進行しているものと考えられる。



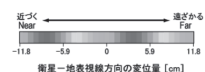
2006 Sep. 23-2007 May 11
(230 日間): 3-4cm沈下



2011 Jan. 4 - Apr. 6
(92日間) 2-3cmの沈下 (東側)



2014 Sep. 13 - 2015 Feb. 14
(154 日間): 4cm沈下

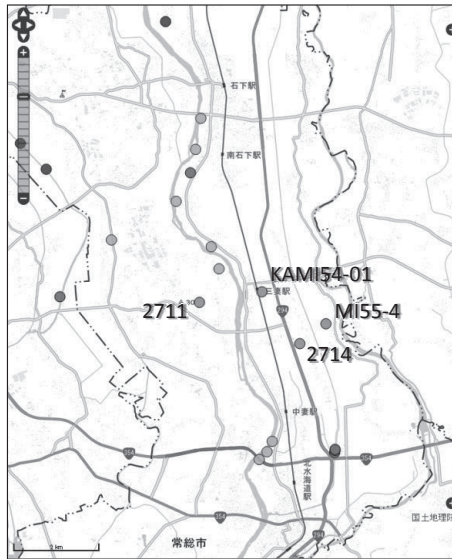


ここでの沈下は地盤が衛星から遠ざかった距離を意味している。

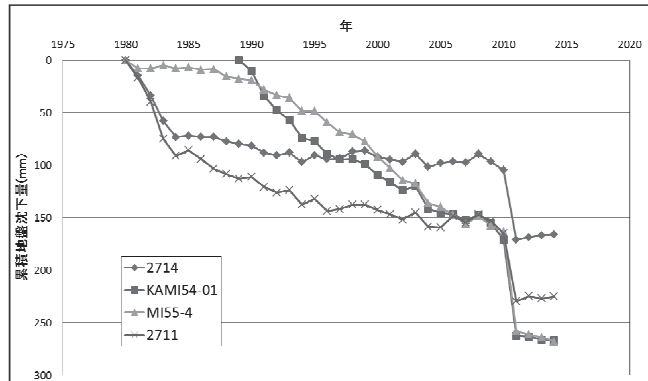
(注:衛星軌道のずれによる補正は作業途中)

■ 調査概要：鬼怒川沿岸域の地盤特性と地盤沈下

村上 哲(福岡大学)



※地理院タイル(標準地図)を加工して作成



※沈下量データは茨城県地盤沈下調査報告書(茨城県生活環境部環境対策課)を利用

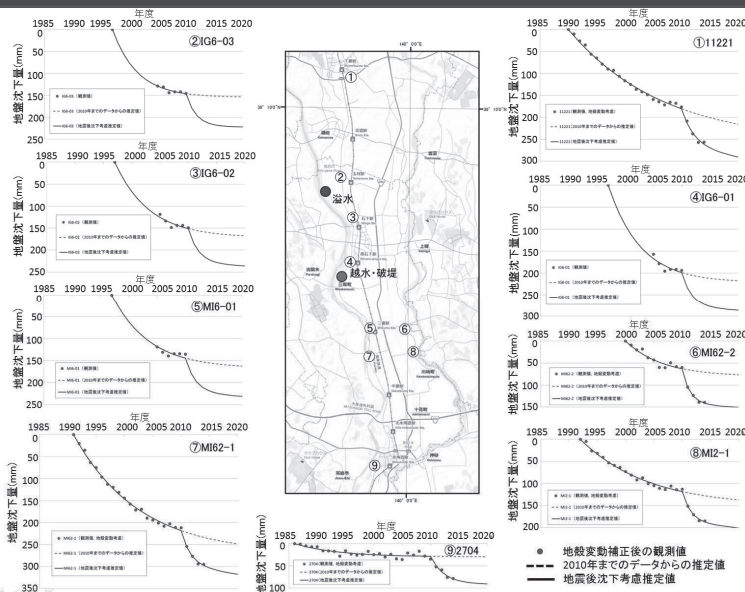
累積沈下量は最大で267mm。

地盤沈下の主たる要因は地下水位の低下と季節的変動。2011年に大きく沈下しているのは東北地方太平洋沖地震による地盤沈降と地震による地盤沈下が付加されたためと考える。

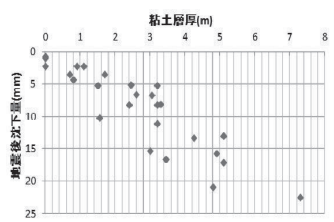
鬼怒川沿岸域の地盤沈下観測記録のデータ収集・データベース化を行い、対象地域の地盤沈下特性を把握する。さらに地盤情報データベースを利用し、対象地域の地盤特性と地盤沈下との関係性を明らかにし、洪水氾濫時における地盤沈下量の影響を示す。

■ 要点：東北地方太平洋沖地震後加速化した地盤沈下

村上 哲(福岡大学)



東北地方太平洋沖地震によって付加的に後の地盤沈下量はここ5年間で5～10cm程度大きくなっている。その大きさには、粘土層層厚と正の相関がみられることから、粘性土層の圧縮による沈下が原因で生じていると考える。



地盤沈下観測結果に基づいて、村上らが提案している観測的地盤沈下予測式を用いて推定した結果、地盤沈下の主たる要因は地下水の利用であるが、これに付加して平成23年東北地方太平洋沖地震により東日本で生じた広域な地殻変動による地表面の沈降とその後の隆起と、粘性土層が地震のような繰返し荷重が作用することより発生した過剰間隙水圧の消散による沈下が生じていることが分かった。

■ まとめ:

村上 哲(福岡大学)

- ・洪水氾濫における浸水域と浸水深は、地盤高さの影響を受けることが知られている。
- ・当該地域は地盤沈下地域であり、これまでは地下水の汲み上げに伴う地盤沈下が継続的に生じていた。
- ・東北地方太平洋沖以降、地下水汲み上げに伴う地盤沈下のトレンドよりも大きな沈下量が生じているが、地震による粘土層の圧縮によるものと推測し、地震後の沈下量と粘土層の層厚は正の相関がみられたことから、粘土層が地震により影響を受け、付加的な沈下が生じたと思われる。
- ・地震後およそ5年間で10cm程度の付加的な沈下が生じたことから、鬼怒川水害における浸水域と浸水深は、地盤高さの影響を受けたと推測される。

地震により加速する沈下量は粘性土層が存在する場合は注意を要する。熊本平野は常総市のような内陸部の軟弱地盤と異なりより層の厚い粘土層が堆積していることから、平成28年熊本地震における地盤沈下の加速化には注意を要すると考えられる。

落堀特性・堤防周辺におけるエネルギー減勢効果

埼玉大・田中規夫

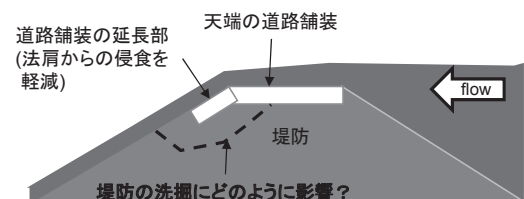
目的1) 大規模出水時において、堤防の破堤に至る過程とその機構を把握することは、今後の防災・減災対策上、非常に重要

- ・平成27年9月関東・東北豪雨の鬼怒川破堤地点付近では、複雑な洗掘形状
- ・茨城県内の宮戸川・西仁連川・八間堀川の破堤事例も含め、破堤現象のメカニズム、落堀の個数、破堤幅や破堤部の洗掘領域の長さなどの基礎データを水理量と関連付ける

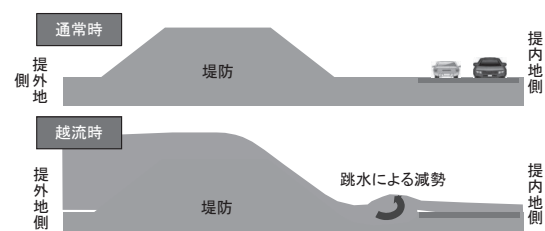


目的2) 堤防天端のアスファルト舗装道路が裏法面の侵食に及ぼす影響

- ・堤防天端のアスファルト舗装道路は最終的に流失したが、越流直前の浸潤線の進行および越流時の浸透流の状況を模型実験により把握
- ・裏法面からの侵食軽減のためアスファルト舗装道路を裏法面まで伸ばすことが有効。その際の堤防の侵食過程に及ぼす影響を模型実験より把握。



目的3) 堤内側道路は最終的には破壊されたが、エネルギー減衰にどのように寄与したのかを基礎実験により、明らかにする。→本研究では将来的な拡張も含めて二線堤の効果として把握した。



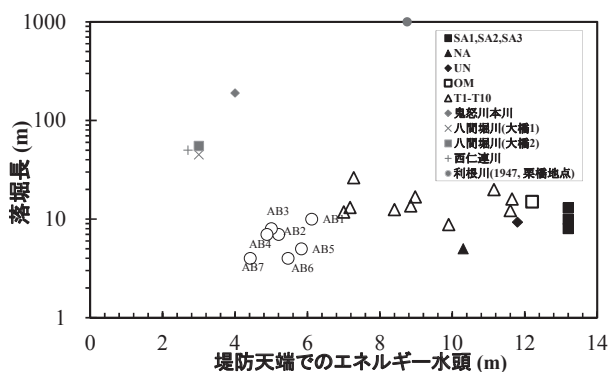
目的1) 落堀特性に関する現地調査と水理実験

1) 現地調査

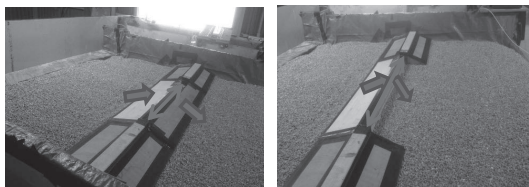
・宮戸川、西仁連川、八間堀川、鬼怒川ともに越流が二股に分かれる現象が確認された。流速が遅くよどんだ状態での決壊の共通した現象として注目される。鬼怒川の初期決壊幅も類似した値であった。

・破堤幅は鬼怒川を除いて、小さめの値となった。鬼怒川は越流・決壊の過程で間の島状地形は消滅したこと、河川からの氾濫水の供給が続いたため、破堤幅は他地点と比べて大きめの傾向であった。

・決壊で生じた洗掘領域の長さは、非決壊のおっぼりより1オーダー長い

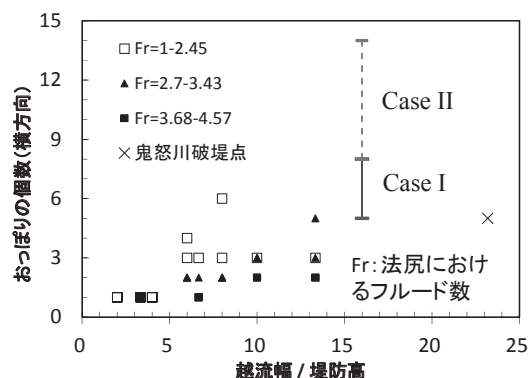


2) 水理実験: 横断方向の落堀形成メカニズム
越流幅／堤防高で整理した。現地における複雑なおっぼり形状との比較を行った。



Case I (越流初期の洗掘以前を仮定)

Case II (裏法面が天端中央付近まで洗掘された形状を仮定)



目的2) 堤防天端のアスファルト舗装道路が裏法面の侵食に及ぼす影響

1) 水理模型実験条件

【堤防条件】

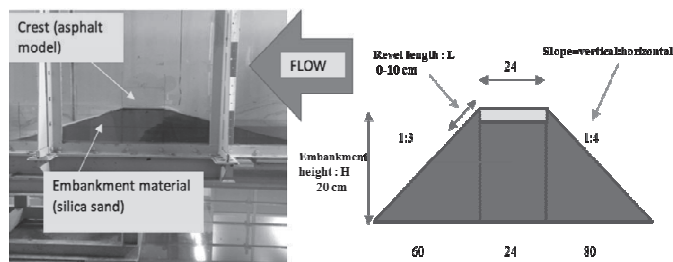
堤防高: 20 cm, 法勾配: 1:4 (表), 1:3 (裏)
天端幅: 24cm, 堤防材料: 珪砂6号 ($d_{50}=0.3\text{mm}$)
(※10cm層ごとに10kgの鉄板で締め固め)

【水理条件】

・表側の水位上昇速度 1cm/min
・最大越流水深: 0.5 cm

【舗装道路延長長さL】

0cm (現状), 2cm, 4cm の3ケース

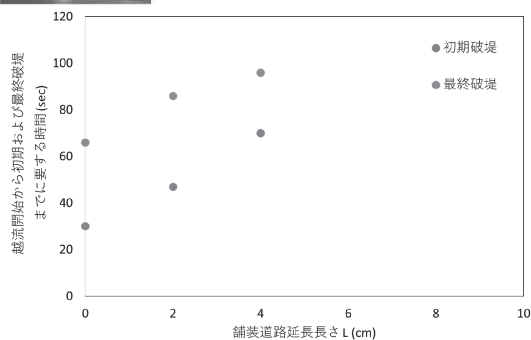
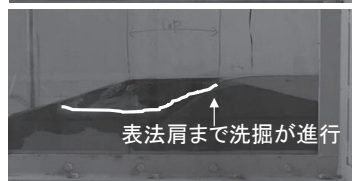


2) 裏法肩部の舗装道路延長による堤防侵食の遅延効果

L=2cmのケースにおける
初期破堤時(上: 裏法肩
まで洗掘が進行)の状況



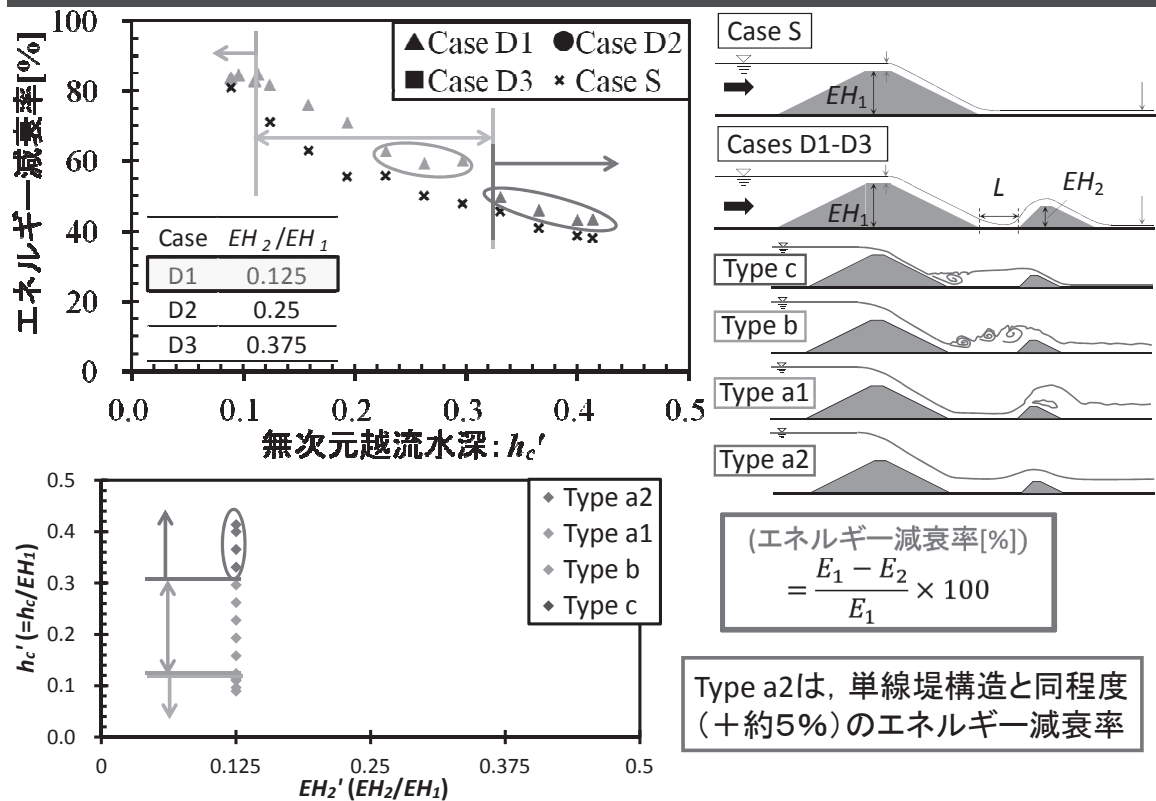
最終破堤時(下: 表法肩
まで洗掘が進行)の状況



・L=0 cm (現状の舗装道路)と比較して、Lを伸ばしていくと洗掘の進行を遅らせることができる

・今後の実験で、Lをさらに大きくした場合、表法側の水位上昇速度を大きくした場合など、異なる状況を追加した実験を実施し、粘り強い堤防の構築に資する舗装道路の延長長さに関する知見を得る。

目的3) 堤防周辺におけるエネルギー減勢効果



地質・地盤グループのまとめ

1) 地形・地質的な観点から、破堤が生じた箇所の特徴を捉え、今後の洪水対策に資するデータを提供すること。

- 破堤・越流が生じた若宮戸や上三坂地区には、鬼怒川流域の中では大きめの自然堤防(河畔砂丘を含む)が分布している。
- これらの自然堤防が旧河道(鬼怒川のつくった低地)の遷緩点近傍であることが示されたことから、流速が小さくなることによって砂質堆積物が多く堆積しやすい場となり、自然堤防を大きく成長させていった可能性が推定された。
- (ただし、今回の破堤箇所はこのような地形・地質の影響というよりは鬼怒川堤防調査委員会報告書(参考資料参照)に示された決壊前縦断面図によれば、現況堤防高が計画高水位(痕跡水位)に最も近い箇所が生じたと考えるのが妥当である。)
- 掘削したボーリングデータから、約1000年前までの地層の中に4枚の砂層が観察されたことから、平均して250年に1回の割合で洪水イベントが生じた可能性がある。ただし、得られたデータ間にはばらつきがあるため、年代についてはさらに検討が必要である。
- ボーリング試料を用いて測定した物理量から破堤箇所近傍の砂質試料のパイピングは浸透距離に対して0.7-0.9倍の水頭差で発生しうることがわかった(限界動水勾配)

2) 地盤沈下の大きさを定量的に評価し、浸水域との関係を検討すること。

- 浸水域における地盤沈下は定常的に進行していることが、ボーリングデータならびに干涉SARによる解析結果から明らかとなった。
- その大きさは年数cm程度のオーダーであるが、2011年の東北地方太平洋沖地震による影響も見られ、累積量では地盤高、ひいては浸水域に大きな影響を与える程度に蓄積していたと考えられる。
- 地盤沈下は今後も継続して進行することが想定されるため、鬼怒川流域をはじめ、他の流域においても堤防管理上留意しておく必要がある。

3) 大規模出水時において、堤防の破堤に至る過程とその機構を把握し、今後の洪水対策に資するデータを提供すること。

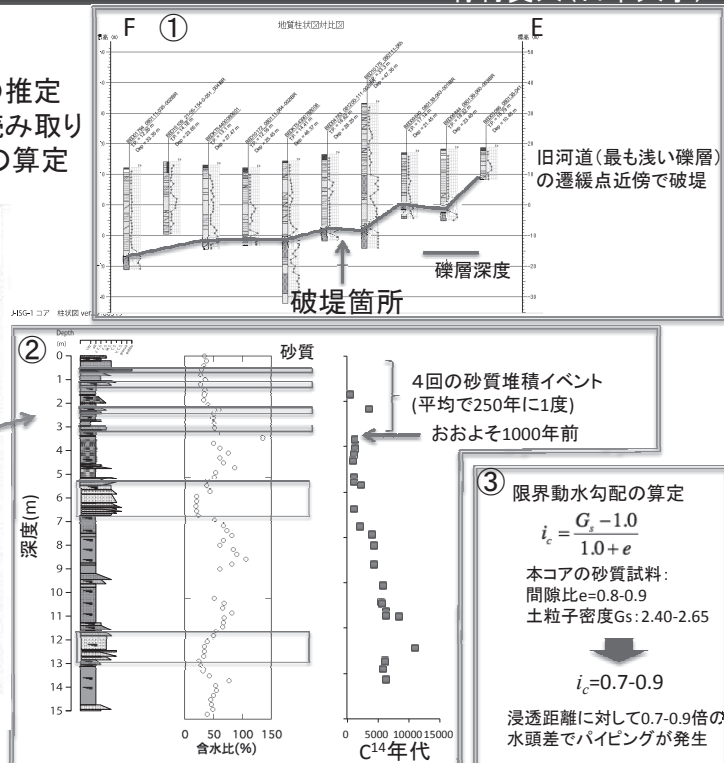
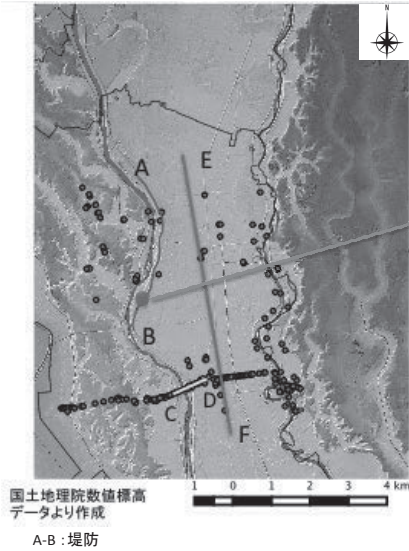
- 破堤現象のメカニズム、落堀の個数、破堤幅や破堤部の洗掘領域の長さなどの基礎データを水理量と関連付けるとともに、堤防天端のアスファルト舗装道路の効果や堤防周辺におけるエネルギー減勢効果について実験的に検討し定量的に評価した。

鬼怒川沿岸域の地質および環境変遷

竹村貴人(日本大学)

目的

- ①ボーリングデータからの旧河道の推定
- ②ボーリングコアから洪水履歴の読み取り
- ③物理量からみたパイピング条件の算定



河川グループ

研究分担者

群馬大学 清水 義彦
宇都宮大学 池田 裕一
名古屋大学 戸田 祐嗣
連携研究者
名古屋大学 田代 喬

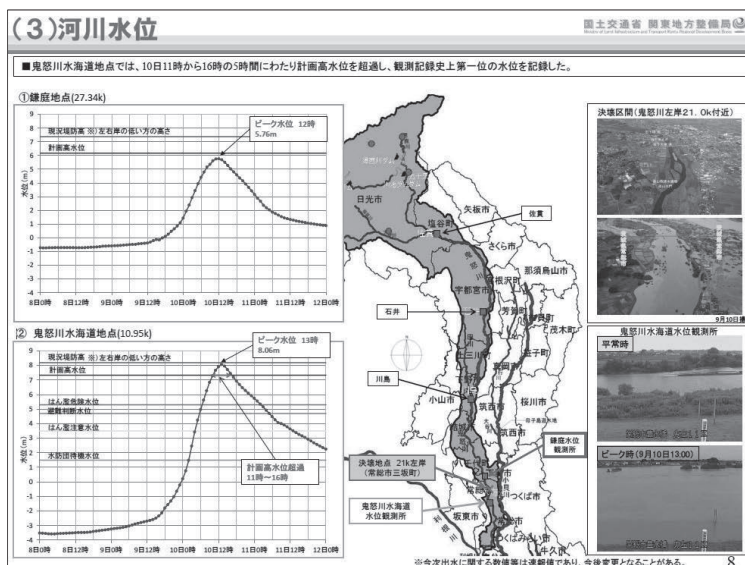
報告内容

- 1) 調査対象範囲, 河道特性, 被害概要
国土交通省・堤防調査委員会資料より
- 2) 河道内流量の変化
- 3) 洪水伝播特性
河道内貯留
- 4) 河道水位上昇特性
避難のリードタイム

方針: 既存調査を極力活用。
国土交通省・関東地方整備局, 下館河川事務所
土木学会水害調査団
応用生態工学会水害調査団など

調査対象範囲

第1回鬼怒川堤防調査委員会資料より



【直轄区間】

佐貫(107)から鬼怒川水海道(11)を対象

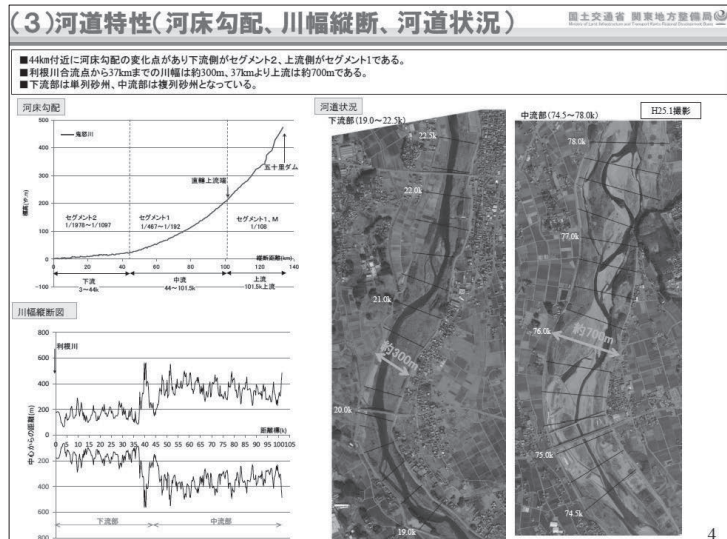
特に石井(基準地点, 75)から鬼怒川水海道に着目

観測所

佐貫(107)
宝積寺(83)
石井(75)
川島(46)
平方(37)
鎌庭(27)
鬼怒川水海道(11)

河道特性

第1回鬼怒川堤防調査委員会資料より



44kmを境に河道特性が変化

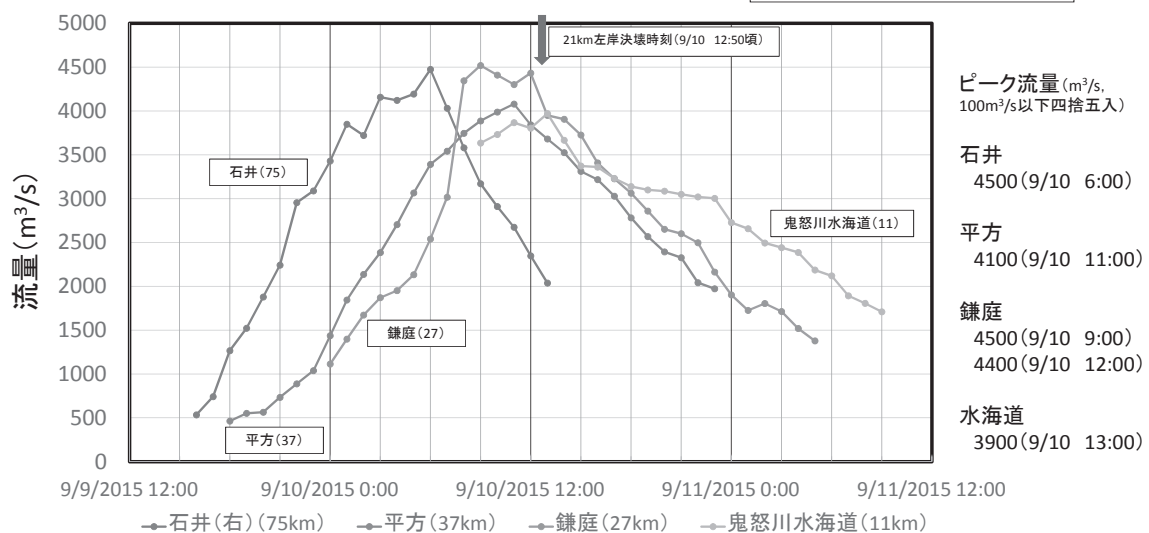
セグメント1: 44kmより上流
 セグメント2: 44kmより下流

セグメント1では広い川幅。
 → 河道貯留

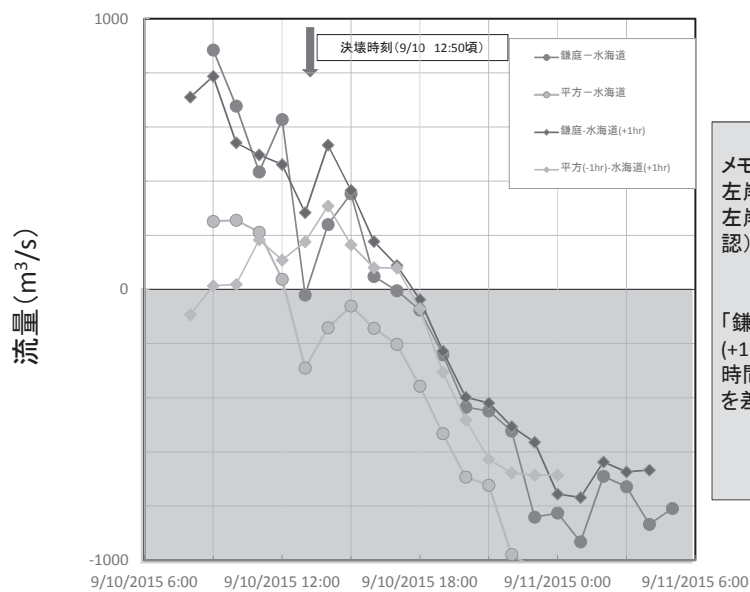
流観流量

流量観測データ

速報値のため、今後修正される場合があります。



流量差：平方(37)，鎌庭(27)－水海道(11)



速報値のため、今後修正される場合があります。

メモ

左岸決壊箇所 (21km, 9/10 12:50頃)
左岸溢水箇所 (25km, 9/10 6:00過ぎから確認)

「鎌庭-水海道(+1hr)」, 「平方(-1hr)-水海道(+1hr)」, は鎌庭の時間を基準に平方では1時間前, 水海道では1時間後の流量測定値を差し引きしたもの。

洪水伝播特性 ～河道貯留～

河道貯留を見込んだ流量低下

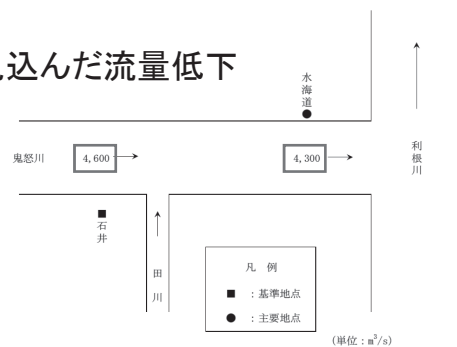
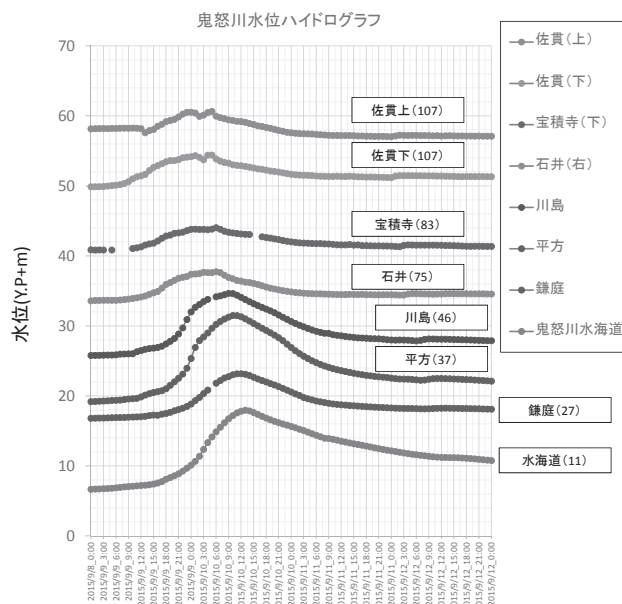


図 4-1 鬼怒川流量配分図

利根川水系鬼怒川河川整備計画【大臣管理区間】(H28.2月)より



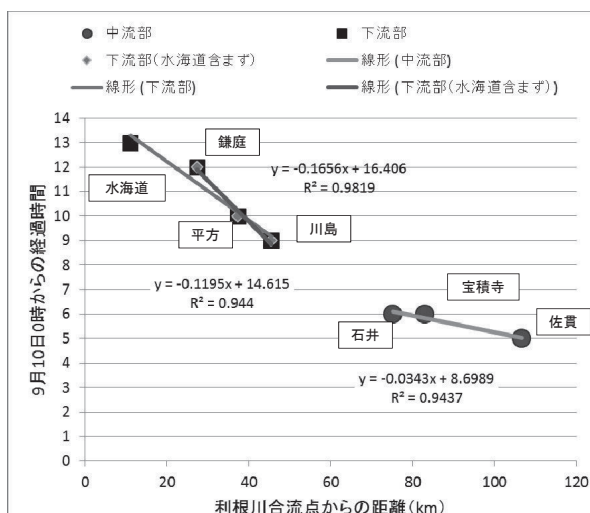
国土交通省・水文水質データベースより
<http://www1.river.go.jp/>

注) 佐貫(上)～石井(右)までは
 標高補正值を使用

水位波形振幅: セグメント1とセグメント2で異なる

鎌庭は下流域の中で水位上昇が相対的に小さい

水位ピークの伝播



セグメント1(中流部)とセグメント2(下流部)で伝播速度の違い

中流部の伝播速度

29.1(km/h) = 8.10(m/s)

下流部の伝播速度

6.04～8.37(km/h) = 1.68～2.32(m/s)

21km地点(決壊地点)とのタイムラグ

石井 約6時間

川島 約3時間

平方 約2時間

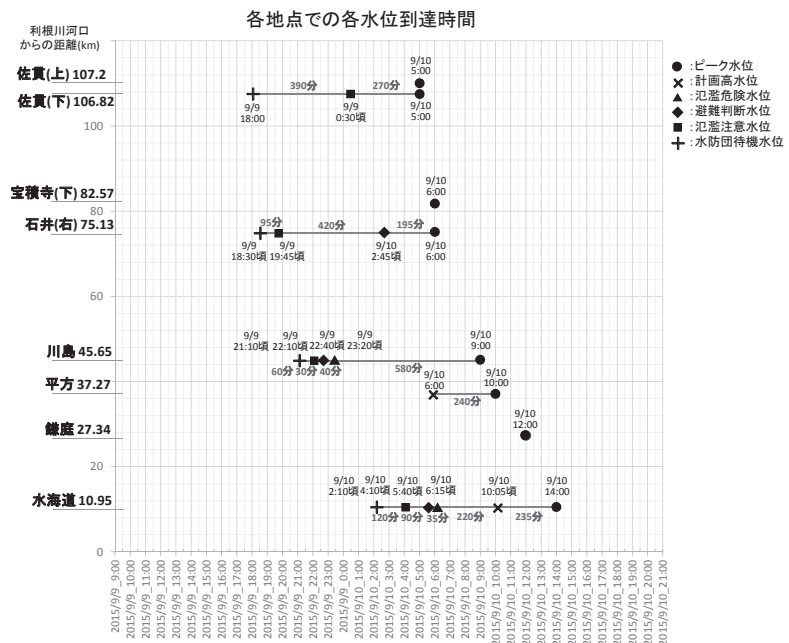
各種水位との関係

平方, 水海道
HWL超過から水位ピークまで3~4時間

川島

早期に氾濫危険水位を超えたが, HWLはギリギリ越えなかった.

セグメント変化点付近の川島の避難判断水位をトリガーとするならば, HWLを越えるまでには6時間以上, 21k左岸の決壊までは12時間以上あった.



まとめ

- 利根川合流地点より44km付近を境に河道特性が異なる.
44kmより上流:セグメント1
44kmより下流:セグメント2
 - セグメント1とセグメント2で洪水水位波形の振幅, 洪水伝播速度ともに異なる.
セグメント1, 2の洪水波の伝播速度はそれぞれ約8.1m/s, 約1.7~2.3m/s.
 - 各水位観測所での洪水ピーク時刻と21km地点の堤防決壊時刻を比較すると, 石井地点で約6時間前, 平方地点で約2時間前である. また, 決壊地点の下流に位置する水海道においても決壊時刻の2時間以上前には計画高水位に達している.
- 上流側での水位観測所, 決壊地点近傍の水位観測所のどちらの水位を避難判断の基準として用いたとしても, 避難のためのリードタイムは少なくとも2時間以上は存在した.

氾濫グループ

佐山 敬洋(京都大学 防災研究所)

浸水深の空間分布推定
浸水深分布の時系列推定

小林 健一郎(神戸大学 都市安全研究センター)

5mDEMを用いた氾濫状況の再現計算

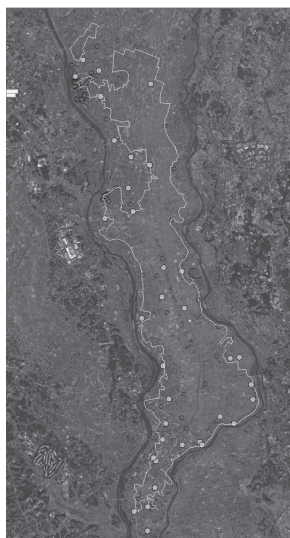
川池 健司(京都大学 防災研究所)

非構造格子による氾濫状況の再現計算

浸水状況の調査 1 : RTK-GPS計測による最大浸水深の空間分布推定



多地点の浸水痕跡をネットワーク型RTK-GPSで計測することにより、最大浸水位の空間分布を推定し、詳細地形情報(LP-DEM)を差し引くことによって、最大浸水深の空間分布を推定した。



佐山・寶, 土木学会論文集(水工学), 2016

調査方法 : GPSで地盤標高を計測し、浸水痕跡までの比高を巻尺で計測

京大防災研

9/15, 16 浸水域周囲を中心: 35地点

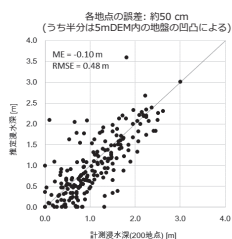
10/15 追加調査(浸水域北限の確認)

東京理科大(二瓶教授グループ)

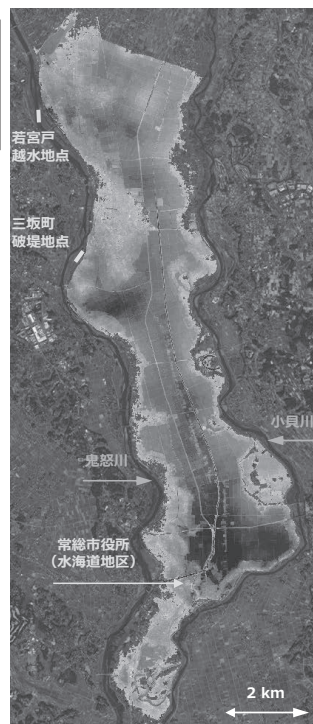
9/15, 16 常総全域: 26地点

10/14 若宮戸越水周辺: 54地点

10/14 三坂町破堤周辺: 18地点



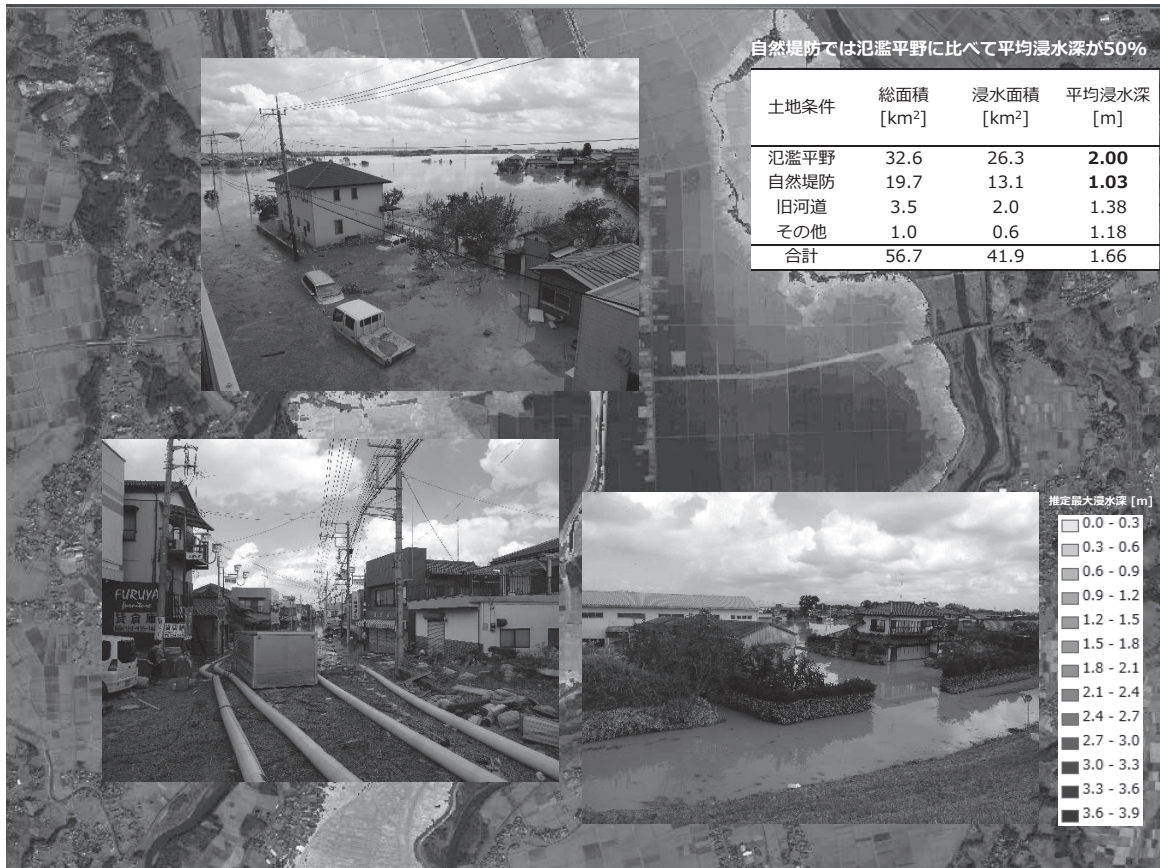
計測と推定との比較
(理科大浸水深計測200地点)



浸水深 [m]



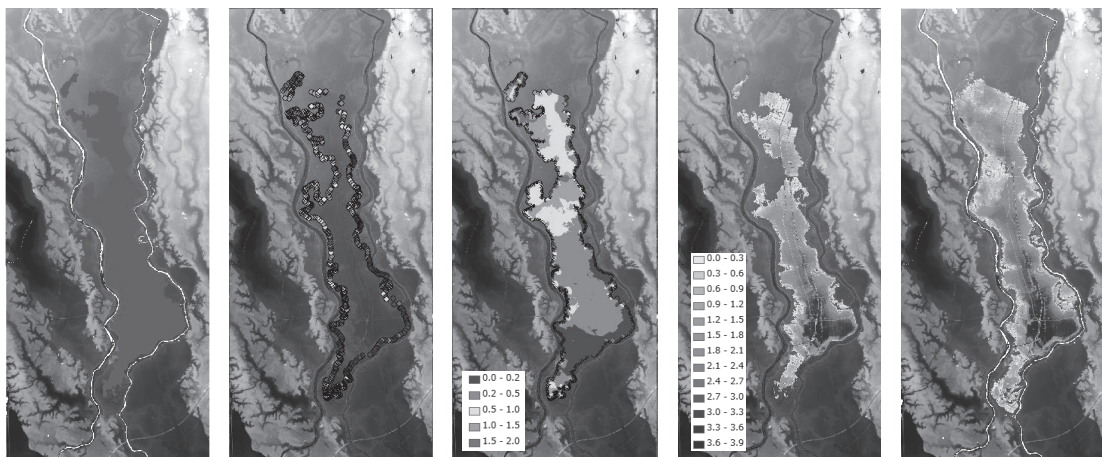
最大浸水深分布の推定結果



浸水状況の調査2：国土地理院による推定浸水範囲情報



9/11 10時の浸水域 → 9/11 10時の浸水深 (参考) 最大浸水深

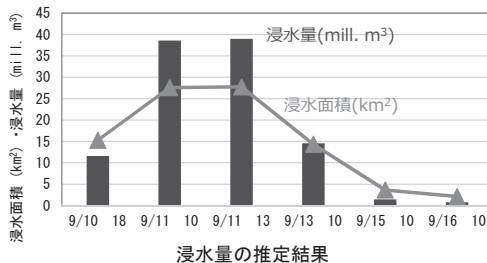
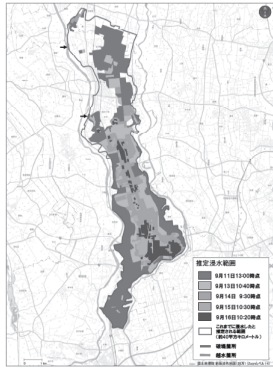


推定浸水範囲情報と最大浸水位の調査に基づく浸水深分布の時系列推定

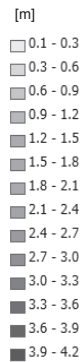
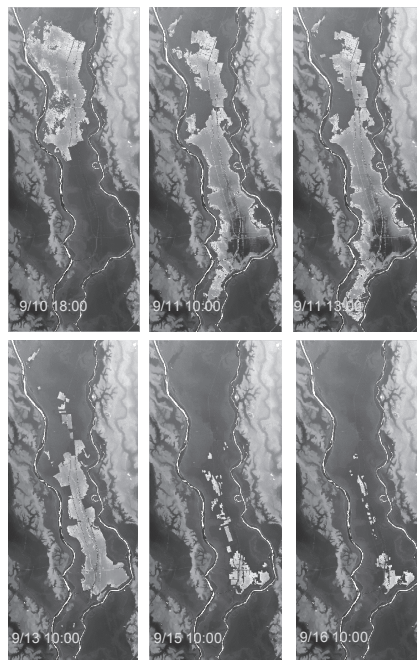


ヘリコプターからの空撮画像による推定浸水範囲の時系列

平成27年9月10日、鬼怒川氾濫による茨城県常陸地区の推定浸水範囲の変化
(9月11日13:00時点、13日10:40時点、14日9:30時点、15日10:30時点、16日10:20時点)



浸水想定範囲から浸水深空間分布の変化を推定

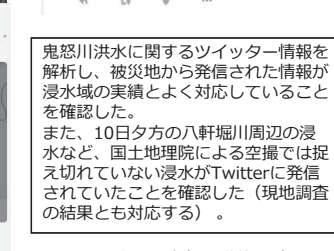
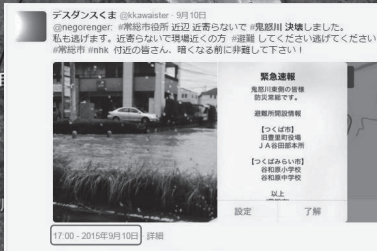


ピーク時の浸水量推定結果: 約3,800万m³

(佐山ら、土木学会合同調査団関東グループ調査報告書, 2016)

5

(参考)ソーシャルメディア(Twitter)の情報について

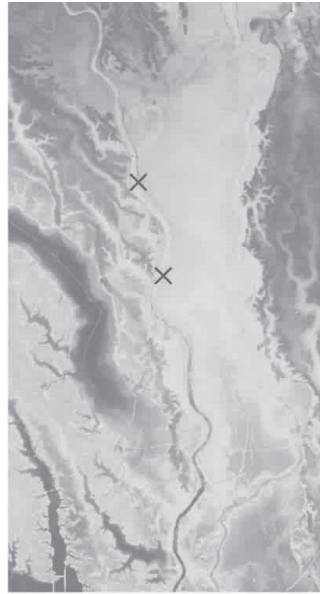


鬼怒川洪水に関するツイッター情報を解析し、被災地から発信された情報が浸水域の実績とよく対応していることを確認した。
また、10日夕方の八軒堀川周辺の浸水など、国土地理院による空撮では捉え切れていない浸水がTwitterに発信されていたことを確認した(現地調査の結果とも対応する)。

石咏雪: 京大大学修士論文 (2016)

氾濫状況の再現計算結果1

Time_00.hr
<セル値>
0 < H ≤ 0.01
0.01 < H ≤ 0.1
0.1 < H ≤ 0.5
0.5 < H ≤ 1.0
1.0 < H ≤ 2.0
2.0 < H ≤ 3.0
3.0 < H ≤ 4.0
4.0 < H ≤ 5.0
5.0 < H ≤ 6.0
H > 6.0



問題点

国土地理院から取得できる
5m標高データによる河道断面と、
水文水質データベースで見ることができる
河道断面は異なっているようである。
一般に地理院の標高データの方が高い。

したがって、左の計算は、越流・
破堤(越流の意味)が数時間早く起こる。

河道断面データの入手が必要である。

ただし、越水地点の標高は周りより低い。
こうした点を今後具に調査して補強するべきである。

解析条件

- ・国土地理院の標高データメッシュ(5m)をそのまま解析に用いる。
- ・鬼怒川河道の鎌庭地点で観測水位を、下流端で等流水深を与える。
- ・三坂町(破堤地点)200m区間の堤防高を、破堤時刻より徐々に下げる。

計算時間について

総計算節点数 $2566 \times 5715 = 14664690$

[Open MPのみ]

研究室ワークステーション

16コア、Xeon CPU E5-2670 (2.6GHz)(市販最速)

48時間シミュレーションに約93時間かかる

京コンピュータ 960 CPUs (30×32領域分割),

SPARC64VIIIx (2.0 GHz), 8 cores/CPU/node),

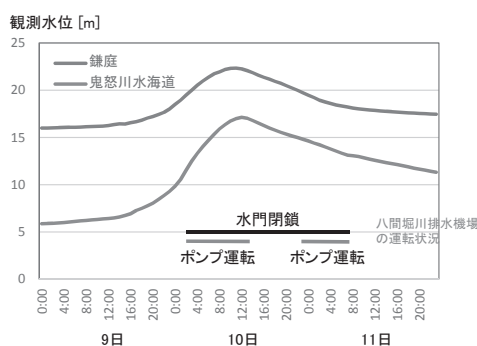
48時間シミュレーションに約0.96 時間かかる

つまりこれにより計算時間が飛躍的に改善された。

氾濫状況の再現計算2

解析条件

- ・一辺100m程度の三角形非構造格子を使用
- ・鬼怒川の鎌庭と鬼怒川水海道の観測水位を与える。
- ・初期降雨と水田地形(畦と水路)の影響を考慮
- ・八間堀川排水機場の運転を考慮
- ・三坂町での破堤プロセスのモデル化



氾濫状況の再現計算2

浸水地域の大部分は水田

畦 → 高さ0.5mの直立壁

浸水深が畦の高さを越えると、
越流公式により流量を計算

水路 → 一次元水路のネットワーク

幅5m 深さ2.5m

幅2m 深さ1.0m

約20mごとの区間に分割
地上メッシュと水位を比較して、
越流公式により交換流量を計算
20ヶ所で八間堀川と接続



氾濫状況の再現計算2

三坂町での破堤点のモデル化

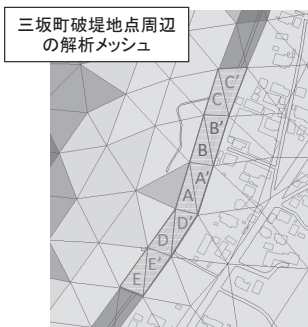
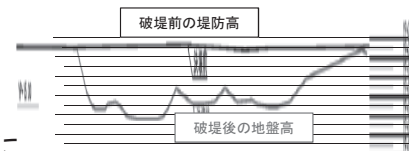
- 破堤幅** 12:50に20m、13:36に80m、その間の時刻では一次関数的に拡幅。
(まずはメッシュA, A'が、その後メッシュB, B'が破堤する)
- 13:36以降は、上記と同じ速さで拡幅し、200mに達した時刻で拡幅を止める。
(上流側にメッシュC, C'、下流側にD, D'とE, E'に等速で破堤する)

破堤敷高 破堤が始まったメッシュの標高を、瞬間的に破堤後の標高まで下げる。

計算方法 各時刻において、上記の破堤敷高を用いて平面2次元解析を行う。得られた流量と水深を、破堤幅に応じて補正しながら計算を進める。



※今次出水に関する数値等は通報値であり、今後変更となることがある。



氾濫状況の再現計算2



- 水路によって初期降雨が八間堀川に集められている。
- 初期降雨による浸水域が過大評価されている。
- 八間堀川と水路を流下した氾濫水が、下流で氾濫域を拡大している。
- 10日17時ごろ、水海道地区に上流からの氾濫水が到達し、八間堀川の洪水と一体となって氾濫域が拡大する。
- 最大浸水位は、佐山らの計測結果と良好に一致した。
- 氾濫水の伝播が、(水路を考慮していない場合でも)実測よりかなり速い。

平成27年9月関東・東北豪雨による災害の総合研究 ー農業被害グループー

1. 農業被害の実態解明 (山口大学・創成科学研究科・教授 山本晴彦)

常総市における
農業被害に関する状況
(被害額合計:75.5億円)

茨城県の被害総額112億円の
2/3を常総市が占める

水稲13億円:1,400ha
「常総コシヒカリ」のブランド化

災害発生時点で「40%」を収穫済み



カントリーエレベーター、低温倉庫、精米センターの浸水 5億円
収穫後保管米2.3億円の被害

	被害金額	被害面積
農作物等 (水稲, きゅうり等)	1,380,335千円	1,402.4ha

	被害金額	被害数量	被害戸数
収穫後保管米	232,647千円	1,092t	540戸

	被害金額	被害台数	被害戸数
農業用機械 (トラクター, コンバイン等)	2,849,192千円	1,092台	406戸

	被害金額
家畜・畜産物 (にわとり等)	323千円

	被害金額	被害件数
共同利用施設 (カントリーエレベーター, 低温倉庫, 精米センター等)	522,000千円	9件

	金額	箇所
農地	805,100千円	11箇所
農業用施設 (カントリーエレベーター, 排水機場, 農道等)	1,525,400千円	77箇所
農業集落排水	200,000千円	2箇所
合計	2,530,500千円	90箇所

資料:
常総市提供

泥水による水田被害(常総コシヒカリの収穫適期:9月上旬～中旬)
水は田面まで引いているが、ぬかるんでいるため収穫はできない。
収穫適期から遅れて収穫しても、過乾燥による胴割れ米が発生する。

9 SEPTEMBER 2015 平成 27 年						
月	火	水	木	金	土	日
31	1 日曜	2 月曜	3 火曜	4 水曜	5 木曜	6 金曜
7 土曜	8 日曜	9 月曜	10 火曜 洪水災害	11 水曜	12 木曜	13 金曜
14 土曜	15 日曜	16 月曜	17 火曜	18 水曜	19 木曜	20 金曜

コシヒカリの収穫適期
出穂期から積算気温で900～1,000℃

JA常総ひかり
カントリーエレベーター



9/16

堤防の決壊により、自然堤防上の道路が濁流により押し流されて損傷

①



9/15

転換畑ダイズの冠水被害

②



9/16

①



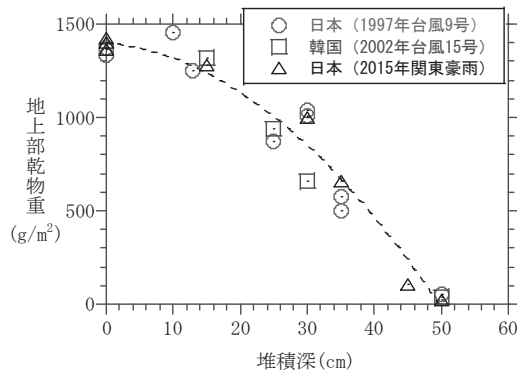
9/16

後背地の水田は15日現在も水が引いていない箇所が多く見受けられる。泥流が堆積し、復旧に時間を要する。

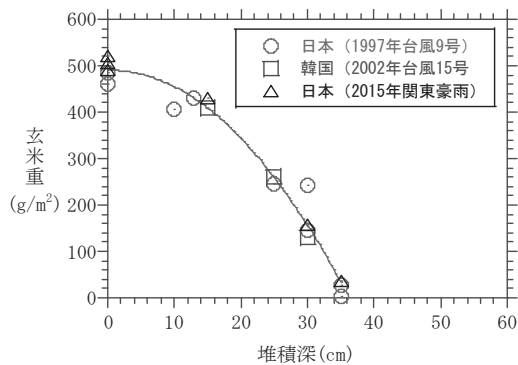
①



9/15



土砂堆積深と地上部乾物重量との関係



土砂堆積深と玄米収量との関係

土砂の堆積が水稻の地上部乾物重量および玄米収量に及ぼす影響

日本データ

○1997年台風9号豪雨(山口県むつみ村)



山本晴彦他: 1997年台風9号による山口県北部の豪雨特性と溜池決壊に伴う土砂堆積による水稻被害の実態、日本作物學會紀事 67(2), 226-232, 1998.

△2015年関東豪雨(茨城県常総市)

韓国データ

□2002年台風15号豪雨(江原道江陵市)



山本晴彦他: 台風0215号(RUSA)の気象的特徴と韓国の農業被害について、自然災害研究協議会西部地区部会報: 研究論文集 27, 29-32, 2003.



八間堀川の両岸に
大規模水田を営む
農家が連なる。

堤防の決壊箇所や
破堤箇所から離れ
ているが、洪水によ
る浸水は約2mに達
し、最も被害を受け
た地域

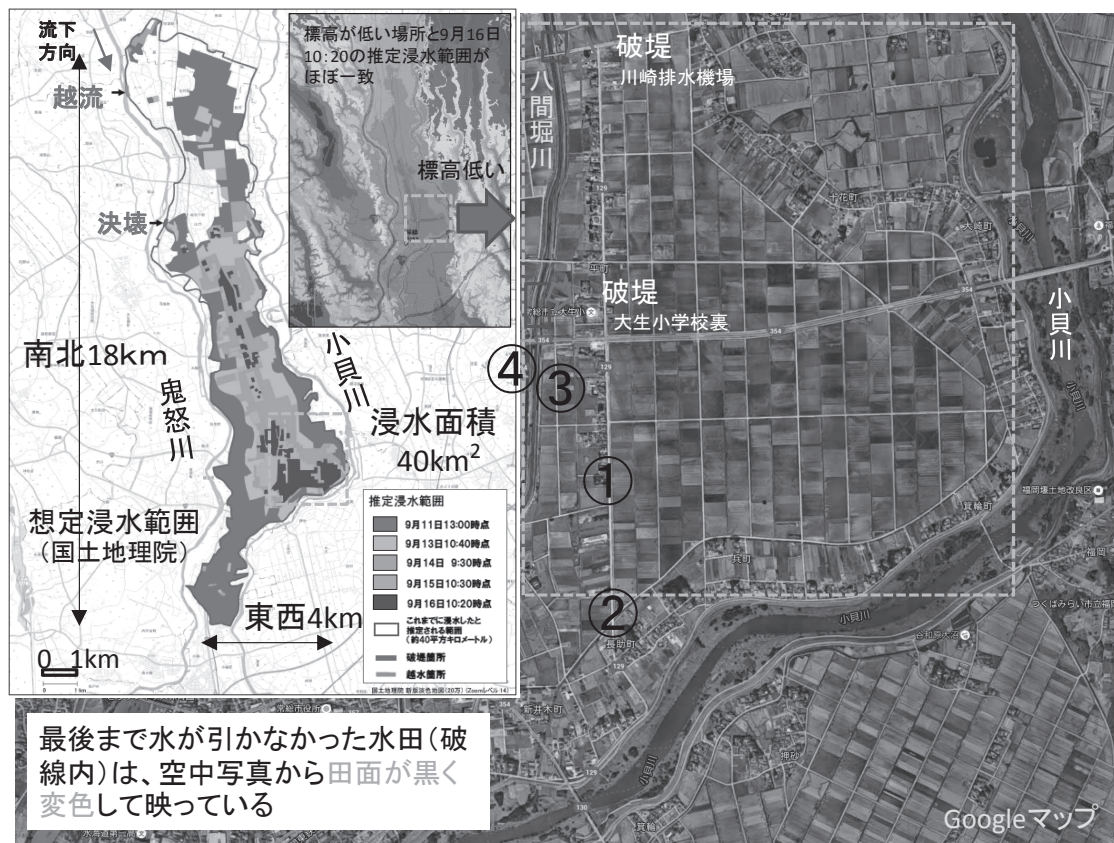
低平地での洪水リスク
の欠如(農機具水没)

屋敷林に残る浸水痕跡

210cm

9/16

八間堀川沿岸土地改良区
川崎排水機場(破堤)



2. リモートセンシングによる農業被害の解析

1. 目的

大阪工業大学・工学部・准教授 高山 成

- 人工衛星リモートセンシング（衛星リモセン）技術を活用して、今回の氾濫により水稻が損害を受けた水田の範囲を明らかにする。
- 水稻の被害程度を衛星リモセンから評価する方法を検討する。
- 1986年以降今回まで鬼怒川と小貝川流域では、水害が計5回（1986, 1999, 2002, 2004）発生している。過去に発生した水害の事例についても、アーカイブ画像を活用した水稻の被害程度の評価を試みる。

2. 進捗状況

基本データの収集（主なもの）

人工衛星画像；**RapidEye**；Band1(青), Band2(緑), Band3(赤), Band4(レッドエッジ), Band5(近赤外)
観測日；2015年5月31日, 8月1日, 10月19日観測 分解能 5m
(株)ビジョンテックより購入

GISデータ；**基盤地図情報** {5mDEM, 道路, 建物, 水域等} 国土交通省サイトより入手
地図画像 (地図画像25000) 日本地図センターより購入
圃場データ (耕区図データ) {水田一筆情報を含むポリゴン情報(シェープファイル)}
茨城県土地改良事業団体連合会より購入

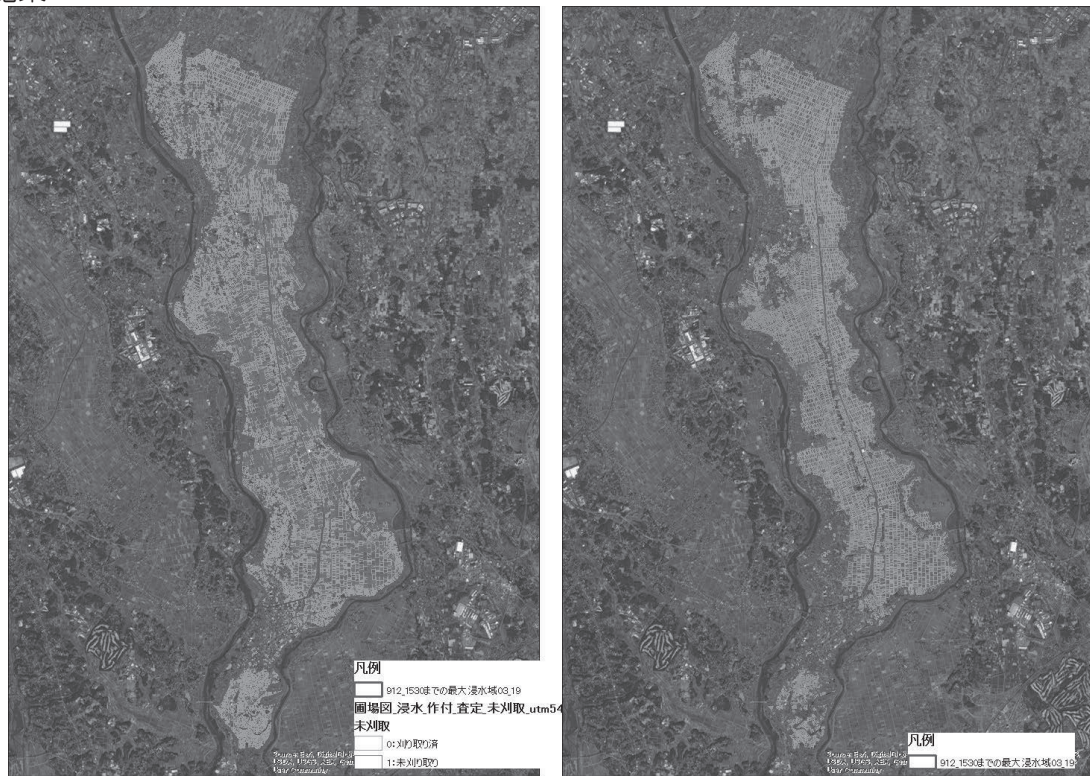
水稻被害状況；**圃場ごと現地調査データ**

茨城県西農業共済組合よりご提供いただいた。被害額を査定するために“刈り残された水田”を、災害発生後16日程度かけて調査した結果を地図上に記入したもの。

データに収集に関するヒアリング調査；

2016年1月14日にJA常総ひかり，茨城県西農業共済組合，水土里ネット江連八間，堤体決壊箇所を訪問し，提供可能データのヒアリングを行った。

3. 結果



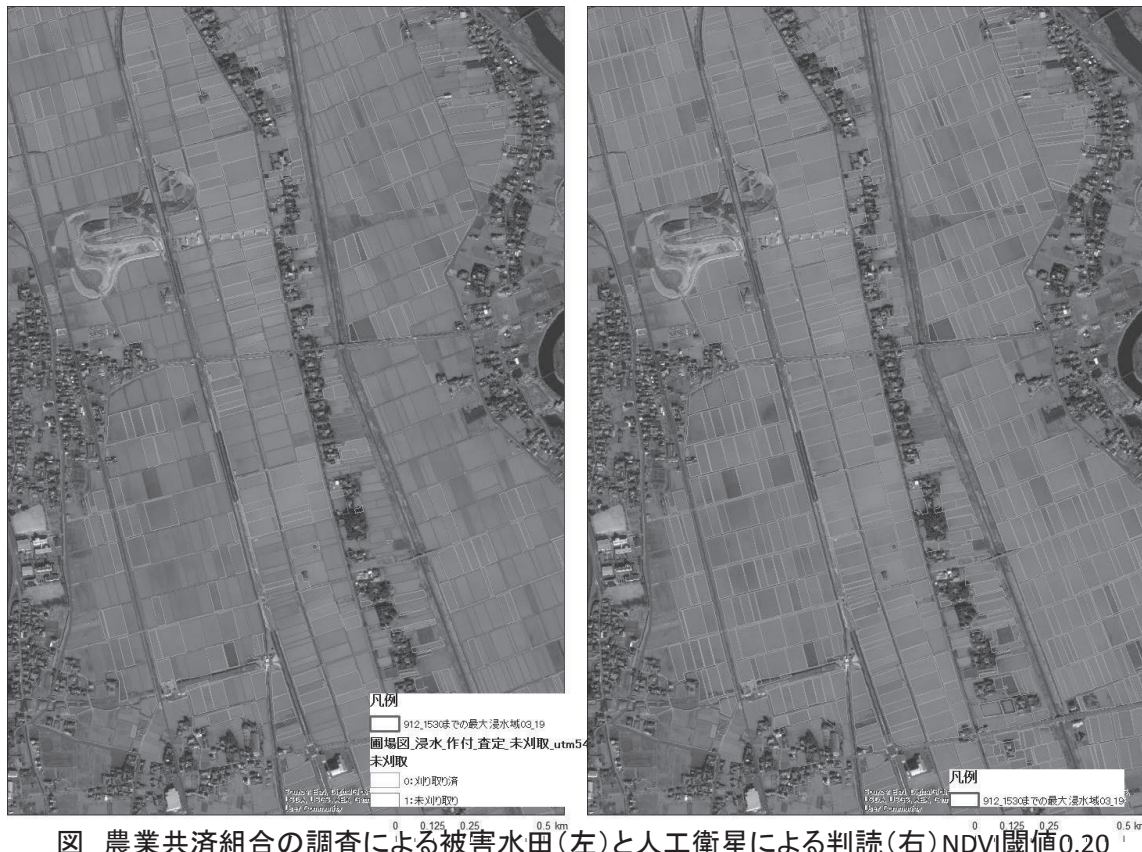


図 農業共済組合の調査による被害水田(左)と人工衛星による判読(右) NDVI閾値0.20

4.結論

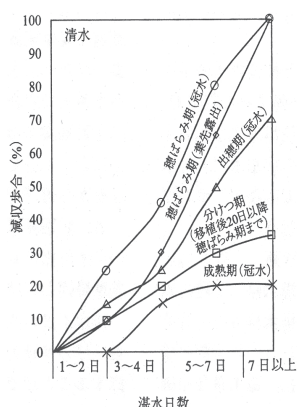
- 水稻の被害程度については、農業共済が使用していた地図情報と水土里ネットによる一筆情報が異なり、現地調査結果をGISに取り込むことが困難であった。衛星リモセンから評価する方法などさらなる検討を要する。
- 人工衛星による正規化植生指数に基づいて、浸水被害水田の判別を試みた。しかし、農業共済による現地調査結果との一致が良好でない。原因として未刈取り水田であっても泥や枯死等により、必ずしもNDVIが高くなかった、逆に刈取り済み水田であっても畔の植生などを拾ってNDVIが高かった、などが考えられる。
- 被害水田の判別に10月19日の人工衛星画像を用いた。判別の閾値と的中率との関連を解析した結果、今回の事例ではNDVIの閾値を0.15～0.20とするのが適切だった。しかし、判別の的中率は0.36、全体はずれ率は0.57と良好でなかった。

本調査については(株)ビジョンテックにご協力いただいた。

3. 低平農地の冠水被害評価

農研機構・農村工学研究所・研究員 皆川裕樹

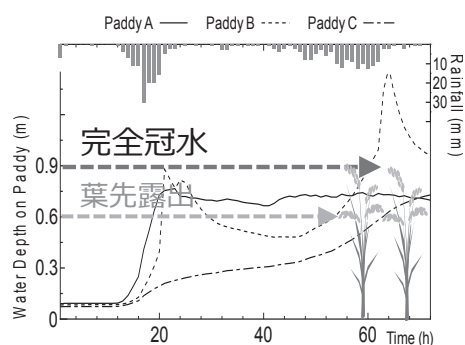
目的： H27年9.10に発生した鬼怒川決壊（外水氾濫）がもたらした水田被害を、収量調査や水稻減収尺度の活用により評価する他、堆積土壌分析、聞き取り調査等により被害実態を明らかにする。さらに、内水氾濫も含めた過去の被害履歴より、対象地域の農業排水システムの抱える課題を調査する。将来的には、豪雨時の氾濫／排水解析によってより確度の高い水稻被害推定手法確立に必要な情報を提示することを目的とする。



水稻減収尺度のイメージ
(農業農村工学ハンドブック
p196より)

水稻減収尺度：
冠水の発生時期や継続期間によって大きく異なる水稻減収量を評価するために有効な尺度

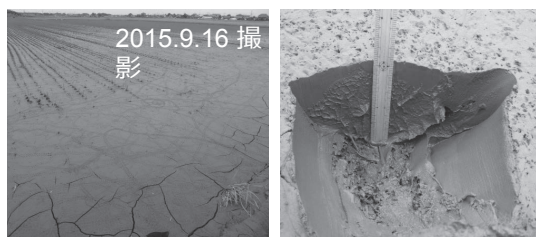
氾濫解析結果への活用：
水田水深とその継続期間の解析結果に尺度を適用し、広域に渡る農地帯の水田被害を推定するための手法や留意点等を提示



解析で得た水田水深の推移と水稻草丈の関係の評価例

低平農地の冠水被害評価

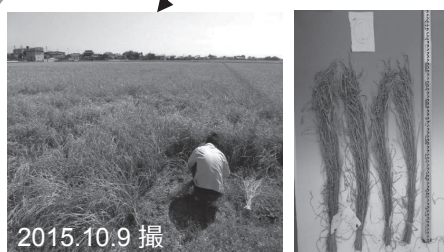
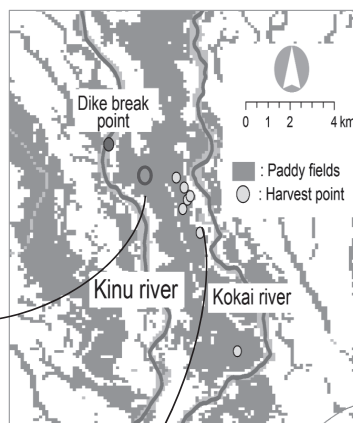
○ 研究内容イメージ



② 農地堆積土砂の分析による
氾濫影響範囲の評価

③ 土地改良区、農家、共済組合等への聞き取りによる農業への氾濫被害実態の把握

- ・ 2015年台風18号による被害実態
- ・ 内水氾濫も含めた過去の被害履歴による豪雨と農業排水リスクの評価 etc.



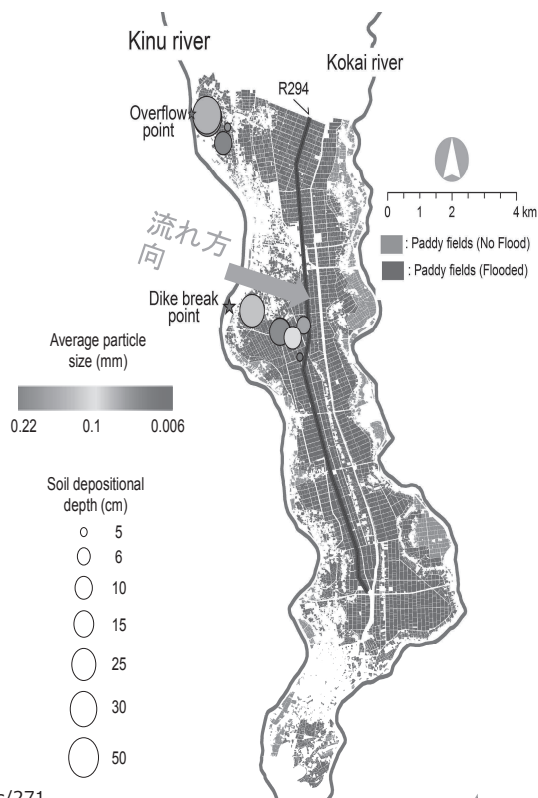
① 収量・品質調査からみる氾濫
が水稻に与えた影響の評価

氾濫に伴う農地内への土砂流入状況

- 堤防決壊地点から国道294号に向かって土砂が運搬され農地内に堆積
- 堆積深は決壊地点からの距離が離れるに従い低下し、294号より東側では大きな堆積は見られなかった
- 土砂流入による農地被害額は、約12,000百万と見積もられている*

* 平成27年9月関東・東北豪雨による被害状況について（第6報）より

<http://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/nokeiei/shomu/documents/271015.pdf>



土地改良施設への被害状況

- 冠水等による農業用施設への被害も大きい（約3,642百万円）*

施設	被害地点数
頭首工	4
水路	79
用排水機場	189
農道	6
農集排施設	8

- 今年の作付に間に合うよう復旧予定

* 平成27年9月関東・東北豪雨による被害状況について（第6報）より

<http://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/nokeiei/shomu/documents/271015.pdf>



水田冠水による水稻玄米品質への影響

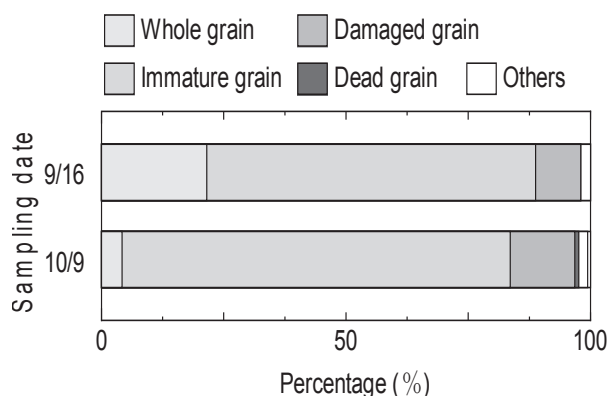
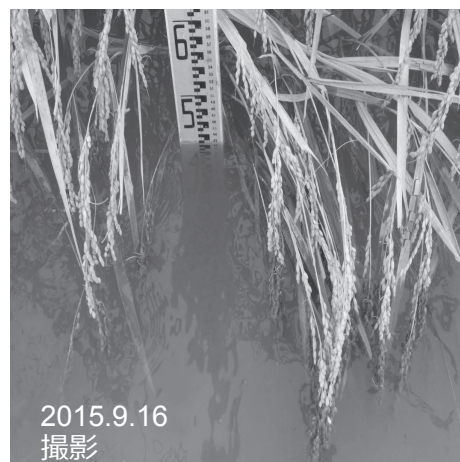


Fig. 穀粒判別による玄米の品質測定結果



- 冠水被害水田より水稻サンプルを採取し品質を測定
- 冠水被害後に収穫したとしても、品質の低い米しか収穫できない可能性が高い

まとめ(農業被害グループ)

1. 農業被害の実態解明

- ・常総市における農業被害額は75.5億円
- ・コシヒカリは、収穫後40%(保管米も被害)、収穫前60%
- ・収穫適期から遅れて収穫しても、過乾燥による胴割れ米が発生
- ・土砂堆積深35cmで収穫が皆無、50cmで稲体が埋没
- ・六間堀川の農家における低平地での洪水リスクの欠如(農機具水没)

2. リモートセンシングによる農業被害の解析

- ・人工衛星による正規化植生指数から、浸水被害水田の判別を試みる
- ・農業共済による現地調査結果との一致が良好でない
- ・未刈取り水田であっても泥や枯死等で必ずしもNDVIが高くなかった
- ・刈取り済み水田であっても、畔の植生などでNDVIが高かった

3. 低平農地の冠水被害評価

- ・堤防決壊地点から国道294号に向かって土砂が運搬され農地内に堆積
- ・堆積深は決壊地点からの距離が離れるに従い低下し、294号より東側では大きな堆積は見られなかった
- ・土砂流入による農地被害額は、約12,000百万と見積もられた

「防災・避難情報の伝達」

防災・避難情報グループ

筑波大学

静岡大学

東京大学

防災科学技術研究所

慶應義塾大学

梅本 通孝：行政の災害対応の調査

牛山 素行：人的被害の発生状況の調査

田中 淳：情報伝達に関する調査

田口 仁：災害時の情報処理に関する調査

宮川 祥子：情報支援・情報システムに関する調査

行政の災害対応の調査

筑波大学 梅本通孝

□常総市災害対策本部の動向の時系列整理

- 氾らん情報、水防警報の受信状況.
- 災害対策本部内のホワイトボード板書メモ.
- 防災行政無線の放送原稿・放送記録.
- 常総市Webページ掲載情報の更新履歴.



時系列
による
一覧化

□常総市の災害対応に関するヒアリング

- 常総市災害対策本部、安全安心課の初動期（概ね9/10-11）の対応状況について関係者にヒアリング：
 - ➡ 災対本部・事務局要員、関係機関（河川事務所、消防本部、消防団）
- 常総市災害対策本部を一つの“システム”として捉え、インプット、アウトプット、処理プロセスを把握し、課題点を抽出.

常総市の災害対応の課題

□地域防災計画

- ・ 内容的不備:前年度の組織改編後の改訂時に不備.
- ・ 職員への不徹底.

□災害対策本部運営

- ・ 環境面:スペース的な狭さ / 安全安心課との物理的隔離.
- ・ 情報面:情報ツールの貧弱さ / 情報集約・分析担当の不在.
- ・ 運営面:庁議の延長上で対応 / 機能分担ないまま「全員対応」.
- ・ 部外者の過剰介入と阻害 / 関係機関のリエゾンが参加できず.

□安全安心課

- ・ 電話対応・情報の過集中による忙殺, 重要情報の埋没.
- ・ 災害対策本部の事務局・参謀機能を果たせず.

□「避難」の考え方

- ・ 「避難＝避難所へ行くこと」との認識 → 避難所開設を優先.
- ・ 広域避難:市外の選択肢を初めから除外.

3

平成27年9月関東・東北豪雨による犠牲者の特徴

静岡大学 牛山素行



人的被害の特徴

- 平成27年9月関東・東北豪雨, 死者8人(宮城2, 栃木3, 茨城3)
 - 年数回発生する規模. 特筆するほど多くはない.
- 本事例の犠牲者の特徴
 - a)「洪水」の比率が高い
 - b)非高齢者の比率がやや高い
 - これが本事例に固有の特徴である可能性
 - c)屋外で遭難した比率がやや高い
 - 2004-2014の「洪水」でも見られる傾向, 「洪水」犠牲者が多いことから特異な事でない.
 - d)昼間に遭難した比率がやや高い
 - 激しい洪水が発生した時間帯が主に昼間だったことから説明可能.
 - e)避難行動が認められない
 - 2004-2014の傾向と大差は無い
- 鬼怒川の破堤氾濫に起因する犠牲者は最大2人
 - 破堤箇所付近では9世帯が流失し, 破堤時に少なくとも10人前後の住民がいた. 状況によっては犠牲者が多くなった可能性.
 - 破堤氾濫による浸水でも, 家屋流失に至るほどではない浸水が生じた範囲では犠牲者はほとんど生じていない

牛山素行:平成27年9月関東・東北豪雨による犠牲者の特徴,土木学会論文集B1(水工学),Vol.72,No.4,pp.I_1297-I_1302,2016.

Shizuoka University

情報伝達: 主な研究項目と概要

(東京大学情報学環 田中 淳)

(1) 行政機関への聞き取り調査

国、2県、3市町及びNPO法人に対して聞き取り調査を行った。

- 1)河川管理者のホットラインが意思決定に有効に機能していた。
- 2)越水の氾濫水拡散予測が活用された。
- 3)大河川と中小河川とを合わせた総合的な判断が求められる。
- 4)そのためには、中小河川の水位等実況や予測についての把握並びに共有の高度化が求められる。
- 4)特別警報は体制整備に効果を持っていた。
- 5)県・市町村の情報収集・伝達要員の充実を図る必要がある。

(2) 外国人の情報受容過程と課題

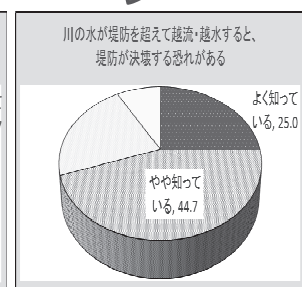
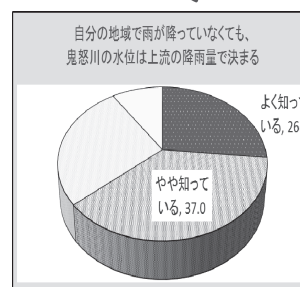
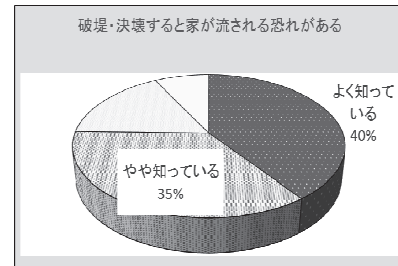
- 1)茨城県では外国人支援の立ち上げに、3.11の体験が活かされていた。
- 2)水害保険等生活再建に関する情報提供の強化が求められる。

情報伝達：研究目的と概要

(3)沿川調査

1) 同種の災害と比べて、常総市民の避難率は極めて高いことが他の調査から分かっている。

2) 本グループが実施した鬼怒川沿岸市町村在住者を対象としたWeb調査の結果からみると、
a.越流から破堤への発展
b.上流の降雨に規定される
といった災害の進展過程に関する知識形成を図っていくことが求められる。



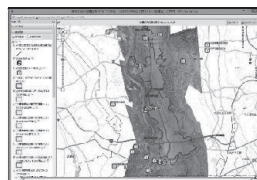
災害時の情報処理に関する調査

防災科学技術研究所 田口仁

- 研究分担者らは常総市役所及び災害ボランティアセンターに対して、地理情報の活用した災害対応支援を実施。

常総市役所

状況認識の統一を支援するための地図作成を支援



災害情報マップ

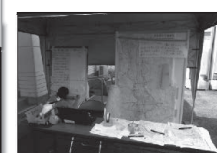


災害ボランティアセンター

災害ボランティアおよび住民ニーズの管理を支援



ボランティアニーズ管理マップ



- 地理情報を中心とした情報の処理(地図作成、共有、出力等)について当時のログやヒアリング等を実施して情報の処理状況を調査・分析。

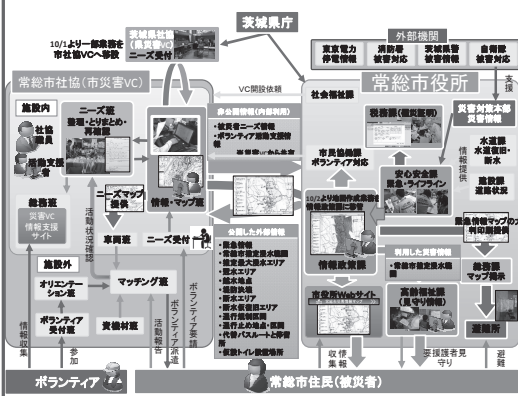
災害時の情報処理に関する調査

防災科学技術研究所 田口仁

- H27年10月末までの地図作成、市役所と災害VCの情報共有、活用状況を線表やフロー図を作成することで情報処理状況を整理。

作成した地図レイヤと利活用した時間フェーズの線表(例)

常総市役所と災害VCの地図の作成、共有、出力状況のフロー図(例)



<研究成果の発表>

田口仁, 李泰榮, 水井良暢, 佐野浩彬, 臼田裕一郎, (2016)「災害ボランティアセンターにおける地理空間情報の利活用方法の提案:被災地支援事例を通じて」, 災害情報(日本災害情報学会誌), No. 14, pp.116-127 (※査読あり)

9

情報支援・情報システムに関する調査:民間支援団体の情報マネジメント(宮川祥子)

- ・ リサーチクエスション:平成27年関東・東北水害での民間支援者(社会福祉協議会、NPO等)による復旧支援活動においてどのような情報課題があったのか、それは何に起因するものであるか
- ・ 手法:平成27年関東・東北水害において災害支援を行った9団体へのヒアリング(支援内容、支援において課題になったこと、情報活用の方法)
 - － 横田能洋氏(茨城NPOセンター・コモンズ)
 - － 前原土武氏(災害NGO 結)
 - － 明城徹也氏(JVOAD準備会)
 - － 高山弘毅氏(前橋市社会福祉協議会)
 - － 千川原公彦氏(ウェザーハート災害福祉事務所)
 - － 柴田貴史氏(鹿沼市社会福祉協議会)
 - － Torishin氏(茨城県守谷市在住・ブロガー)
 - － 柴田哲史氏(災害IT支援ネットワーク)
 - － 佐藤大氏(情報支援レスキュー隊)

明らかになった課題:「情報マネジメント」を意識した災害ボランティアセンター運営の必要性

- 災害ボランティアセンター運営のための情報マネジメント
 - 手順書の作り込み不足
 - 複数のフォームがあり混乱
- 災害ボランティアセンターからの情報発信
 - 被災情報の発信と被災者のプラバシーの兼ね合い
 - 支援者に情報を届けるための、ホームページとSNSの使い分け
- 行政との情報連携
 - 行政と災害ボランティアセンターの情報連携が不十分
 - 行政内部の情報統制の混乱
- 被災者の支援ニーズの獲得
 - 災害ボランティアセンターが住民の支援ニーズを拾いきれていない
 - 支援ニーズとボランティアのマッチングが不十分
- 情報システム・情報インフラ
 - 普段使っていない情報システムは災害時には使えない
 - 避難所の固定電話に発信制限がかかっており使えない
 - ボランティア登録やオリエンテーションなどに情報システム・SNSなどが十分に活用できていない
 - 支援スタッフが頻繁に入れ替わる状況では情報システムの導入コストが大きい

まとめ

- 常総市地域防災計画には内容的不備があったほか、職員に十分に周知徹底されていなかった。
- 同市災害対策本部は、環境面、情報面、運営面等の課題が重なったことにより効率的に機能しなかった。
- 同市安全安心課は、情報や電話対応の過集中により、災害対策本部の事務局機能を果たせなかった。
- 関東・東北豪雨の死者数(8人)は、特筆するほど多くはなく、鬼怒川の破堤氾濫に起因する犠牲者は最大2人。
- 非高齢者の比率がやや高く、本事例に固有の特徴である可能性あり。
- 氾濫破堤による浸水でも、家屋流出に至るほどでない浸水範囲では、犠牲者はほとんど生じていない。
- 特別警報は行政の体制整備に効果を持ち、河川管理者のホットラインは意思決定に有効に機能していた。
- 大河川と中小河川とを合わせた総合的な判断が求められ、水位の実況・予測に関して高度な共有が必要。
- 沿岸市民に対しては、災害の進展過程に関する知識形成を図っていくことが求められる。
- 災害ボランティアセンターが住民の支援ニーズを拾いきれていない。
- ボランティア登録やオリエンテーションなどに情報システムやSNS等が十分に活用されていない。
- 災害ボランティアセンター運営に当たっては「情報マネジメント」を意識する必要がある。

平成27年9月関東・東北豪雨の災害タイムライン統合閲覧システムの開発

メニュー

- 気象
- ダム
- 河川
- 氾濫
- 行政
- まとめ

サブメニュー

- ①豪雨発生状況
- ②降雨の予測（雨量分布）
- ③降雨の予測（アメダス雨量）
- ④上流4ダムの操作状況
- ⑤洪水規模
- ⑥観測所水位の状況
- ⑦氾濫解析シミュレーション
- ⑧避難情報

平成27年9月関東・東北豪雨

- ①（気象）豪雨の発生要因
- ②（気象）豪雨の予測可能性
- ③（ダム）ダムの洪水調節効果
- ④（氾濫）溢水・決壊の位置
- ⑤（氾濫）堤防決壊のプロセス
- ⑥（氾濫）推定浸水の範囲
- ⑦（被害）氾濫地点空撮写真
- ⑧（被害）堤防決壊動画

提供：国土交通省関東地方整備局

降雨によって、着々と進んでいく、「災害を引き起こす自然の仕組み」と情報の関係をわかりやすく示す

